

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Pasivní dům

The Passive house

Student:

Bc. Eva Tovačovská

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.

Ostrava 2010

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že VŠB–TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst.3 zákona č.121/2000 sb.)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB–TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB–TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB–TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB–TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

.....

Podpis studenta

ANOTACE:

Hlavním úkolem této diplomové práce je stavebně technické řešení novostavby pasivního domu. Nejdůležitější částí tohoto návrhu je řešení stavebních detailů s minimalizací tepelných mostů. Cílem je splnění porovnávacích ukazatelů a stanovení celkové energetické spotřeby stavby.

Součástí návrhu je řešení zařízení pro vytápění, které je řešené pomocí tepelného čerpadla. Větrání je nucené. Okruh teplé vody je se solární podporou. Všechna tato zařízení jsou vedena z centrálního větracího přístroje.

Navrhovaná novostavba splnila všechny požadavky a lze ji označit za pasivní dům. Tato práce je zpracována v rozsahu 62 stran a 18 výkresů.

ANNOTATION :

The main objective of this dissertation was to create the engineering solution of a new passive house. The most important part of the concept was the design of the construction details with the minimalisation of the thermal bridges. The objectify consists in the comparison of the indicators and in determination of the total energy consumption of this house.

The equipment of the heating, provided by the heat pump, takes part of the dissertation as well. The ventilation is forced. The heating of the heat water (TUV) is ensured by the solar collector. All these equipments are conducted from the central ventilation machine.

The projected house satisfied all requirements and technical indicators for the passive houses.

This project covers 62 pages and 18 drawings.

Osnova

1. Úvod.....	1
2. Průvodní zpráva	2
2.1 Identifikační údaje	2
2.2 Údaje o stávajících poměrech staveniště	2
2.3 Přehled výchozích podkladu a provedených průzkumu	3
2.4 Splnění požadavku dotčených orgánu	3
2.5 Informace o dodržení obecných požadavků na výstavbu	3
2.6 Údaje o splnění územních regulativu.....	3
2.7 Věcné a časové vazby	3
2.8 Předpokládaná lhůta výstavby a popis postupu výstavby	4
2.9 Orientační statistické údaje o stavbě	4
3. Architektonické a stavebně technické řešení.....	5
3.1. Technická zpráva	5
3.1.1 Účel a popis objektu.....	5
3.1.2 Architektonické, funkční, dispoziční a urbanistické řešení.....	5
3.1.3 Orientační statistické údaje o stavbě	6
3.1.4 Technické a konstrukční řešení.....	6
3.1.5 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí	12
3.1.6 Způsob založení objektu	12
3.1.7 Vliv stavby na životní prostředí.....	12
3.1.8 Dopravní řešení	13
3.1.9 Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí	13
3.1.10 Obecné požadavky na výstavbu.....	13
3.1.11 Kanalizace	13
3.1.12 Zásobování vodou	14
3.1.13 Plynovod.....	14
3.1.14 Vytápění objektu.....	14
3.1.15 Elektroinstalace	14
3.1.16 Řešení požární ochrany.....	14
4. Technika prostředí staveb.....	15
4.1 Zařízení pro vytápění.....	15

4.1.1 Typ zdroje tepla	15
4.1.2 Klimatické podmínky-místo stavby-provozní režim.....	15
4.1.3 Přehled tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí	16
4.1.4 Přehled tepelných ztrát budovy po místnostech.....	16
4.1.5 Výpočet potřebného tepelného příkonu pro ohřev teplé vody.....	17
4.1.6 Stanovení potřebného tepelného výkonu zdroje tepla	17
4.1.7 Stanovení a přehled roční potřeby tepla pro vytápění, vzduchotechniku a přípravu teplé vody.....	17
4.1.8 Popis uvažovaného otopného systému	18
4.1.9 Popis páteřních a podružných rozvodů, vedení, umístění	18
4.1.10 Regulace	18
4.1.11 Doplnění otopné soustavy vodou.....	18
4.1.12 Tlakové poměry při vychlazené soustavě.....	19
4.1.13 Výpočet pojistného ventilu.....	19
4.1.14 Popis otopných ploch, umístění, způsob připojení na tepelnou soustavu.....	19
4.1.15 Parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů.....	20
4.2 Zařízení vzduchotechniky	20
4.2.1 Soupis výchozích podkladů.....	20
4.2.2 Klimatické podmínky-místo stavby-provozní režim.....	20
4.2.3 Požadované parametry vnitřního mikroklimatu	21
4.2.4 Popis základní koncepce VZT zařízení.....	21
4.2.5 Výčet typů prostorů větraných přirozeně nebo nuceně	22
4.2.6 Minimální dávky čerstvého vzduchu, podíl vzduchu cirkulačního.....	22
4.2.7 Umístění nasávání čerstvého vzduchu, odvod vzduchu odpadního.....	23
4.2.8 Počet a umístění centrál úpravy vzduchu	23
4.2.9 Zadání tepelných ztrát a zátěží klimatizovaných prostorů – požadované parametry.....	23
4.2.10 Požadavky na přívod čerstvého vzduchu a odvětrání místností.....	23
4.2.11 Vzduchové výkony v jednotlivých typech místností	24
4.2.12 Hlukové parametry ve vnitřním a venkovním prostředí	25
4.2.13 Údaje o škodlivinách se stanovením emisí a jejich koncentrace.....	25
4.2.14 Popis způsobu větrání a klimatizace jednotlivých prostorů a provozů	25
4.2.15 Seznam zařízení s uvedením výkonových parametrů.....	25
4.2.16 Seznam zařízení s uvedením rozsahu úpravy vzduchu.....	25
4.2.17 Popis jednotlivých vzduchotechnických zařízení.....	26
4.2.18 Umístění zařízení.....	26
4.2.19 Požadavky zařízení na energie.....	26

4.2.20 Popis způsobu provozu, regulace, protihluková a protipožární opatření	26
4.2.21 Způsob zavěšení a uložení potrubí	27
4.2.22 Koncepce a rozsahy potrubních sítí rozvodů tepla a chladu	27
4.2.23 Rozsahy příslušenství potrubních sítí rozvodů tepla a chladu	27
4.2.24 Pokyny pro montáž	28
4.2.25 Požadavky na uvádění do provozu	28
4.2.26 Údaje o chladivech a jiných nebezpečných látkách	28
4.3 Zdravotně technické instalace	28
4.3.1 Bilance potřeby vody studené, teplé a její požadované úpravy	29
4.3.2 Popis tlakových poměrů vodovodu, popis čerpacích a posilovacích zařízení	29
4.3.3 Technické řešení vodovodu - vnitřní	29
a) Technické řešení	29
b) Příprava teplé vody	30
c) Solární kolektory	30
d) Materiál	31
e) Výpočet a návrh vodovodního potrubí	31
f) Zkoušení vnitřního vodovodu	32
4.3.4 Popis připojení na veřejné síť	32
5. Stavební tepelná technika	33
5.1 Požadavky normy ČSN 73 0540-2	33
5.1.1 Šíření tepla konstrukcí	33
a) Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce θ_{si} [°C] - teorie	33
b) Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce θ_{si} [°C] – projektový návrh	34
c) Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K] - teorie	38
d) Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K] – projektový návrh	38
e) Lineární činitel prostupu tepla Ψ_k [W/m.K] – teorie	40
f) Lineární činitel prostupu tepla Ψ_k [W/m.K] – projektový návrh	40
g) Pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ [°C] – teorie	44
h) Pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ [°C] – projektový návrh	44
5.1.2 Šíření vlhkosti konstrukcí	45
5.1.3 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou	47
5.1.4 Tepelná stabilita místnosti v letním období	49
5.1.5 Tepelná stabilita místnosti v zimním období	51
5.1.6 Prostup tepla obálkou budovy	52
5.2 Stanovení energetické náročnosti stavby	54

5.2.1 TNI 73 0329.....	54
5.2.2 Vyhláška 148/2007 Sb.	57
6. Závěr.....	59
Seznam použité literatury.....	58
Seznam příloh a výkresů.....	60

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK:

Značka	Jednotka	Veličina
A	m^2	celková plocha konstrukcí ohraničujících vytápěný objem budovy
b	mm	šířka stupně
b	-	činitel teplotní redukce
D	-	kuchyňský dřez
D	dK	počet denostupňů
d	dny	počet dnů otopného období
d	m	tloušťka konstrukce
E_A	$kWh/(m^2 \cdot a)$	měrná potřeba tepla na vytápění
E_v	MJ	potřeba tepla na vytápění
f_1	-	koeficient vyjadřující vliv nesoučasnosti
f_2	-	koeficient vyjadřující vlivu režimu vytápění
f_3	-	koeficient vyjadřující vlivu zvýšení vnitřní teploty místnosti
f_4	-	koeficient vyjadřující vliv regulace
f_{Rsi}	-	teplotní faktor
$f_{Rsi,N}$	-	požadovaná hodnota teplotního faktoru
$f_{Rsi,cr}$	-	kritický teplotní faktor povrchu
Δf_{Rsi}	-	bezpečnostní přírůstek teplotního faktoru
g	m/s^2	tíhové zrychlení
H_T	W/K	měrná ztráta prostupem tepla
h	m	svislá vzdálenost mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí
i_{LV}	$m^3/(s \cdot m \cdot Pa^{0,67})$	součinitel spárové průvzdušnosti
l	m	délka
L^{2D}	W/m.K	plošná tepelná propustnost
$M_{c,a}$	$kg/m^2 \cdot rok$	roční množství zkondenzované vodní páry
$M_{ev,a}$	$kg/m^2 \cdot rok$	roční množství odpařitelné vodní páry
n	h^{-1}	intenzita výměny vzduchu v místnosti
n_N	h^{-1}	požadovaná intenzita výměny vzduchu v užívané místnosti

n_i	-	počet obyvatel v domácnosti
Značka	Jednotka	
n_{50}	h^{-1}	celková intenzita výměny vzduchu
$n_{50,N}$	h^{-1}	doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu
OV	-	odvzdušňovací ventil
PE_A	$kWh/(m^2.a)$	potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy
P	-	automatická pračka
p	mm	šířka podesty
p_{dis}	Pa	dispoziční přetlak na počátku posuzovaného potrubí
$p_{min,Fl}$	Pa	minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou
Δp_e	Pa	tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného úseku potrubí
Δp_{WM}	Pa	tlakové ztráty vodoměrů
Δp_{AP}	Pa	tlakové ztráty napojených zařízení (zásobníku)
Δp_{RF}	Pa	tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů v potrubí
Δp_{Fj}	Pa	tlaková ztráta vlivem místních odporů
Q_A	l/s	jmenovitý výtok
Q_P	W	tepelná ztráta prostupem
Q_V	W	tepelná ztráta větráním
Q_P	W	celková tepelná ztráta
Q_{1p}	kWh	teplo dodané ohřívačem do vody během periody
Q_{2t}	kWh	potřeba tepla na ohřev TV
Q_{2z}	kWh	teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV
R	kPa/m	délková tlaková ztráta třením
R	$m^2.K/W$	tepelný odpor vrstvy konstrukce
R_{Se}	$m^2.K/W$	tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
R_{Si}	$m^2.K/W$	tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
S	-	sprchový kout
s	mm	šířka schodišťového ramene
t_{is}	$^{\circ}C$	průměrná vnitřní teplota

t_{es}	°C	průměrná venkovní teplota
Značka	Jednotka	Veličina
t_e	°C	výpočtová venkovní teplota
U	-	umyvadlo
U	W/m ² .K	součinitel prostupu tepla konstrukce
U_N	W/m ² .K	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce
U_W	W/m ² .K	součinitel prostupu tepla okna
U_{em}	W/m ² .K	průměrný součinitel prostupu tepla budovy
$U_{em,N}$	W/m ² .K	požadovaná maximální hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy
$U_{em,reg}$	W/m ² .K	limit
v	m/s	průtočná rychlost
V	m ³	konstrukční výška
WC	-	klozetová mísa toalety
α	°	sklon schodišťového ramene
ϕ_{In}	kW	jmenovitý tepelný výkon ohřevu
j_a	%	relativní vlhkost vzduchu
j_e	%	relativní vlhkost venkovního vzduchu
j_i	%	relativní vlhkost vnitřního vzduchu
$j_{si,cr}$	%	kritická relativní vlhkost
$\Delta\theta_{ai,max}$	°C	nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti v letním období
$\Delta\theta_{ai,max,N}$	°C	požadovaná hodnota nejvyššího denního vzestupu teploty vzduchu v místnosti v letním období
$\theta_{ai,max}$	°C	nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období
$\theta_{ai,max,N}$	°C	požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období
θ_{ai}	°C	návrhová teplota vnitřního vzduchu
θ_e	°C	návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období
$\Delta\theta_{10}$	°C	pokles dotykové teploty s chladnějším povrchem
$\Delta\theta_{10,N}$	°C	požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty
ξ	-	součinitel místního odporu

λ	W/m.K	součinitel tepelné vodivosti
Značka	Jednotka	Veličina
η	%	účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu
ρ	kg/m ³	hustota vody
p_{dis}	Pa	dispoziční přetlak na počátku posuzovaného potrubí
$p_{\text{min,Fl}}$	Pa	minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou
Δp_e	Pa	tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného úseku potrubí
Δp_{WM}	Pa	tlakové ztráty vodoměrů
Δp_{AP}	Pa	tlakové ztráty napojených zařízení (zásobníku)
Δp_{RF}	Pa	tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů v potrubí
Δp_{Fj}	Pa	tlaková ztráta vlivem místních odporů
Ψ_K	W/(m.K)	lineární činitel prostupu tepla
$\Psi_{K,N}$	W/(m.K)	požadovaný lineární činitel prostupu tepla

1. Úvod

Cílem diplomové práce bylo stavebně technického řešení novostavby pasivního rodinného domu – pro dokumentaci pro provádění stavby. Diplomová práce obsahuje textovou a výkresovou část.

Pasivní rodinný dům je obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 10,5x11,23 m. Vedle domu je zpevněná plocha pro stání automobilů. Dům má dvě nadzemní podlaží. V 1.NP se nachází obývací pokoj s kuchyní, pracovna, spíž, místnosti hygienického zázemí (WC, koupelna), technická místnost, zádveří a hala se schodištěm. V 2.NP je ložnice, dva pokoje, šatna a koupelna.

V části stavební tepelná technika jsou posouzeny skladby všech použitých konstrukcí, požadavky na energetickou náročnost budovy a je zde stanovení energetické spotřeby stavby.

V části technika prostředí staveb je navrženo zařízení pro vytápění, zařízení pro nucené větrání a návrh okruhu TV se solárním ohřevem.

2. Průvodní zpráva

2.1 Identifikační údaje

Název akce:	Pasivní rodinný dům
Místo stavby:	Staměřice
Parcela číslo:	22/2
Stupen PD:	projektová dokumentace pro provádění stavby
Kraj:	Olomoucký kraj
Stavební úřad:	Olomouc
Investor:	
Dodavatel stavby:	bude vybrán v soutěži
Projektant:	Bc. Eva Tovačovská

Spolupráce na projektu

Stavební část:	Bc. Eva Tovačovská
Statika:	
Technika prostředí staveb:	Bc. Eva Tovačovská
Požární ochrana:	
Elektro:	

2.2 Údaje o stávajících poměrech staveniště

Stavební parcela č. 22/2 o celkové výměře 1850 m² se nachází v katastrálním území obce Staměřice. Parcela je situována v mírně svažitém území s převýšením 0,5 m. Pozemek je zarostlý 10 ovocnými stromy (stáří cca 5 let), 2 borovicemi a je zatravněn. V území nebylo zjištěno riziko pronikání radonu. V rámci geologického průzkumu nebyla zjištěna hladina podzemní vody. Pozemek je oplocen (ocelové sloupky+tkané pletivo výšky 150 cm), vjezdová brána šířky 2,5 m. U vjezdu je ve zděném pilířku napojení elektřiny se zásuvkovou skříní. Vodovod je napojen z uličního řadu do vodoměrné šachty (na parcele 2 m od oplocení). Inženýrské sítě dešťové kanalizace, plynu a telefonu jsou vedeny v přilehlé ulici (viz příloha stavební části koordinační situace).

2.3 Přehled výchozích podkladu a provedených průzkumu

Mapové podklady:

- katastrální mapa 1:2000,
- výškopisné a polohopisné zaměření 1:500,
- inženýrsko-geologický a radonový průzkum.

Ostatní podklady:

- vlastní průzkumy, zaměření a fotodokumentace,
- požadavky investora,
- zákon č. 183/2006 Sb. O územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve smyslu pozdějších předpisu
- vyhláška č. 268/2009 Sb. O obecných požadavcích na výstavbu

2.4 Splnění požadavku dotčených orgánu

Tato projektová dokumentace je vypracována pro realizaci stavby. Veškeré doposud známé požadavky dotčených orgánu jsou zapracovány v dokumentaci případně budou na základě jejich požadavku následně doplněny.

2.5 Informace o dodržení obecných požadavků na výstavbu

V předložené projektové dokumentaci jsou dodrženy obecné požadavky na výstavbu – dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu.

2.6 Údaje o splnění územních regulativu

Navrhované řešení je v souladu s regulativy na dané území dle Územního plánu.

2.7 Věcné a časové vazby

V okolí stavby není uvažováno s další výstavbou. Stavba nevyvolá související investice.

2.8 Předpokládaná lhůta výstavby a popis postupu výstavby

Dokončení projektu stavby	listopad 2010
Zahájení stavby	duben 2011
Ukončení stavby	duben 2012

Postup výstavby:

- vypracování projektu stavby pro stavební povolení	11 / 2010
- vyjádření a stanoviska k projektu (dokladová část)	12 / 2010
- schválení projektu pro stavební povolení	12 / 2010
- zahájení výstavby	04 / 2011
- ukončení výstavby	04 / 2012

2.9 Orientační statistické údaje o stavbě

Zastavěná plocha celkem:	112,3 m ²
Obestavěný prostor:	709,9 m ³
Podlahová plocha celkem:	102,58 m ²
Celkové náklady stavby:	3 mil. Kč

3. Architektonické a stavebně technické řešení

3.1. Technická zpráva

3.1.1 Účel a popis objektu

Stavební parcela č. 22/2 o celkové výměře 1850 m² se nachází v katastrálním území obce Staměřice. Parcela je situována v mírně svažitém území s převýšením 0,5 m. Pozemek je zarostlý 10 ovocnými stromy (stáří cca 5 let), 2 borovicemi a je zatravněn. V území nebylo zjištěno riziko pronikání radonu. V rámci geologického průzkumu nebyla zjištěna hladina podzemní vody. Pozemek je oplocen (ocelové sloupky+tkané pletivo výšky 150 cm), vjezdová brána šířky 2,5 m. U vjezdu je ve zděném pilířku napojení elektřiny se zásuvkovou skříní. Vodovod je napojen z uličního řádu do vodoměrné šachty (na parcele 2 m od oplocení). Inženýrské sítě dešťové kanalizace, plynu a telefonu jsou vedeny v přilehlé ulici (viz příloha stavební části koordinační situace).

3.1.2 Architektonické, funkční, dispoziční a urbanistické řešení

Urbanistické řešení

Objekt PASIVNÍ RODINNÝ DŮM je situován v obytné zóně: Staměřice. Poloha budovy je určena regulační uliční čarou. Pěší vstup je od mobilní komunikace oddělen pruhem zeleně. Příležitostné parkovací stání pro 2 osobní automobily je navrženo za vjezdem. Objekt splňuje závazné pokyny zadané regulačním plánem.

Architektonické a dispoziční řešení

Půdorys objektu RODINNÝ DŮM je ve tvaru obdélníku. Budova je dvoupodlažní. Dům obsahuje v přízemí kuchyni s obývacím pokojem, halu, technickou místnost, spíž, wc, koupelnu a pracovnu. Ložnice, 2 pokoje, koupelnu, wc, šatnu a halu obsahuje 2.NP. Zastřešen je plochou střechou. Fasáda je z probarvené omítky – barva červená. Okna a francouzské okno jsou dřevěná, odstín dub. Vstupní dveře jsou dřevěné, odstín dub. Nedílnou součástí stavby je zahradní úprava s oplocením.

3.1.3 Orientační statistické údaje o stavbě

Zastavěná plocha celkem:	112,3 m ²
Obestavěný prostor:	709,9 m ³
Podlahová plocha celkem:	102,58 m ²

Plošné kapacity

Podlaží 1.NP - užitná plocha všech místností: 102,59 m²

Podlaží 2.NP - užitná plocha všech místností: 102,59 m²

3.1.4 Technické a konstrukční řešení

Objekt je zděný (konstrukční systém HELUZ), střecha plochá, v 1. NP strop HELUZ z nosníku a vložek Miako. Schodiště dřevěné. Příčky zděné HELUZ. Součástí realizace objektu Rodinný dům je zahradní úprava, komunikace a oplocení.

Materiály a technologie použité při realizaci mají příslušné atesty, které budou doloženy ke kolaudaci stavby.

Příprava území a zemní práce

Před zahájením výkopu bude v rozsahu cca 80 % pozemku sejmuta ornice mocnosti 0,3 m, která bude deponována na oddělené skládce tak, že ji bude možno využít k následným rekultivacím. (Před zahájením výkopu nutno vyznačit nebo provést sondy na polohu stávajících podzemních inženýrských sítí). Hlavní výkopová jáma je svahovaná (maximální spád 1:1), výkopy rýh jsou svislé nepažené do hloubky 1,33 m. Zemina bude z části deponována v blízkosti stavby (na zásypy), přebytek bude odvezen na skládku určenou městským úřadem v Lipníku nad Bečvou. Na hutněné zásypy (podél suterénní stěny v nepodsklepené části objektu) bude dovezen netříděný šterkopísek.

Základy a podkladní betony

Na základě provedeného inženýrsko-geologického průzkumu jsou podmínky pro zakládání jednoduché a nenáročné. Objekt je založen na základových pásech z prostého

betonu - C16/20. Do základu budou vloženy zemní pásky (viz hromosvod). V přízemní části je minimální hloubka základové spáry 1,22 m od upraveného terénu. Podkladní železobeton (beton C20/25 + kari síť oka 100x100x6 mm) tloušťky 150mm je navržen na hutněný štěrkopískový podsyp v tl. 150 mm.

Svislé nosné konstrukce

Obvodové stěny jsou zděné z cihelných bloku HELUZ STI 36,5 na tepelně izolační maltu (součástí systému jsou doplňkové cihly poloviční, koncové a rohové). Systém ETICS je tvořen vnějším kontaktním tepelně izolačním systémem stomix Therm α a tepelnou izolací ISOVER GREYWALL tloušťky 200 mm. Součástí vnějšího kontaktního tepelně izolačního systému stomix Therm α je lepicí hmota Stomix Alfafix S1 a povrchová úprava Stomix Betadecor SID. U okenních a dveřních otvorů budou na ostění použity tvarovky HELUZ s drážkou š. 250 mm pro vlepení pruhu tepelné izolace XPS tl. 30 mm pro omezení tepelného mostu. Vnitřní nosné stěny z cihel HELUZ 24 na maltu MVC. Překlady HELUZ 23,8 a 11,5 (viz specifikace překladů). Součinitel prostupu tepla U [$W/m^2.K$] obvodové stěny vyhovuje doporučené hodnotě dle normy ČSN 730540-2 článek 5.2. Posouzení obvodových stěn bylo vytvořeno v programu Teplo 2008 a je uvedeno v rámci příloh. Svislé nosné konstrukce z cihel HELUZ STI 36,5 a 24 jsou z důvodu eliminace tepelného mostu založena na pěnovém skle FOAMGLASS PERINSUL tloušťky 50 mm.

Stropní konstrukce

Stropní konstrukce 1. NP je z keramobetonových stropních nosníku HELUZ MIAKO a cihelných vložek HELUZ MIAKO 23/50, v místě ztužujících a nosných trámů navrženy doplňkové vložky MIAKO 8/50. Tloušťka stropu 250 mm, beton C25/30. Ukládání stropních dílců je na nosné stěny. Při výrobě budou uvažovány prostupy pro kanalizaci a vodu ve stropních dílcích. Otvory se vyvrtají až po položení stropů, z důvodu manipulace dílců a možnosti poškození nebo prasknutí stropního dílce. Stropní konstrukce bude ztužena železobetonovými věnci. Ztužení vnitřních nosných zdí bude provedeno tak, že do vytvořené spáry mezi stropními dílci položenými na stěně se vloží ocelový prut, který se zalije betonem. Součástí podlahy 2.NP je také akustická izolace ISOVER TDPT tloušťky 80 mm.

Schodiště

Vertikální komunikace v objektu je řešena přímočarým dvojramenným dřevěným schodištěm. Nosná konstrukce stupňů: dřevěné nosníky, v úrovni stropu jsou dřevěné nosníky kotveny do dřevěného trámu a do zesílené stropní konstrukce. Stupně jsou dřevěné.

Krov

Krov není uvažován z důvodu ploché střechy.

Střecha

Plochá střecha jednoplášťová s odvodněním do jedné vnitřní vytápěné vpusti a s bezpečnostním atikovým přepadem. Minimální sklon 1,5%. Střecha plochá je tvořena stropní konstrukcí z keramobetonových stropních nosníku HELUZ MIAKO a cihelných vložek HELUZ MIAKO 23/50, polystyrenbetonem z izo-ballu tloušťky 100 mm a tepelnou izolací ISOVER T a S v celkové tloušťce 400 mm. Svrchní část konstrukce je tvořena modifikovaným asfaltovým podkladním za studena samolepícím pásem na polystyren VEDAG VEDATOP SU a natavovacím pásem z SBS modifikovaného asfaltu VEDAG EUROFLEX.

Přístup na střechu je zajištěn venkovním žebříkem. Oplechování atiky je provedeno poplastovaným plechem. Součinitel prostupu tepla U [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$] ploché střechy odpovídá doporučené hodnotě dle normy ČSN 730540-2 článek 5.2. Tepelně technické posouzení střešního pláště bylo provedeno programem Teplo 2008.

Půdní prostor

Půdní prostor není uvažován.

Komíny

Komín není uvažován z důvodu vytápění objektu tepelným čerpadlem.

Příčky

V 1.NP a 2.NP jsou navrženy příčky zděné z keramických příčkovek HELUZ 11,5 na maltu MVC. V místnostech hygienického zařízení navrženy pro zavěšení sanitárních předmětů a pro krytí instalačních rozvodů ZI a VZT sádkartonové předsazené stěny a podhledy (tl. 12,5 mm) na roštu z CW profilu.

Překlady

Výplňové otvory jsou překryty originálními překlady HELUZ 23,8 a 11,5, (viz specifikace překladů). Pro zamezení tepelného mostu jsou překlady doplněny tepelnou izolací ISOVER EPS 50Z tl. 155 mm.

Podlahy

Podlahy jsou navrženy dle hygienických norem a provozního požadavku investora. Jednotlivé nášlapné povrchy podlah jsou uvedeny v tabulce místností (viz půdorysy podlaží). U všech podlah (v celé tloušťce podlahy) je po obvodu stěn těsnící pásek REGUPOL tl. 15 mm. Dilatační spáry v betonových mazaninách jsou v maximálních úsecích 3x3 m (na vazbu). Před provedením podlah je nutno osadit navržené instalace dle projektu jednotlivých profesí. Přesná barevná a materiálová specifikace koberců, PVC a dlažby bude upřesněna při realizaci s architektem interiéru. Podlaha 1.NP je tvořena izolací proti zemní vlhkosti a radonu, tepelnou izolací ISOVER NEOFLOOR tloušťky 280 mm, betonovou mazaninou tloušťky 60 mm a nášlapnou vrstvou podlahy (keramická dlažba, korkové dlaždice). Podlaha 2.NP je doplněna akustickou izolací ISOVER TDPT o tloušťce 80 mm. Součinitel prostupu tepla U [$W/m^2.K$] podlahových konstrukcí splňuje doporučené hodnoty dle normy ČSN 730540-2 článek 5.2. Tepelně technické posouzení podlahových konstrukcí bylo provedeno v programu Teplo 2008.

Hydroizolace, parozábrany a geotextilie

a) Izolace proti zemní vlhkosti a radonu: asfaltový modifikovaný pás GLASTEK 40 SPECIAL (tl. 4 mm) nataven bodově na podklad s 2x penetračním nátěrem, izolace vytažena nad upravený terén minimálně 300 mm, ochranná vrstva: PE folie MIRELON.

b) Hydroizolace podlah - koupelna : profilová folie Schluter DITRA s izolační rohoží KERDI (podél sten vytažení izolace min. 200 mm na stěny) a koutovým dilatačním profilem DILEX-EKE.

Tepelná, zvuková a kročejová izolace

Základové pásy jsou izolování ze strany exteriéru (zeminy) tepelnou izolací ISOVER Styrodur 3035 CS o tloušťce 120 mm. Tepelná izolace podlahy na terénu je navržena z pěnového polystyrenu s grafitem ISOVER NeoFloor 031 o tloušťce 280 mm. Podlahy v 2.NP obsahuje akustickou izolaci ISOVER TDPT o tloušťce 80 mm. Tepelná izolace ploché střechy je tvořena minerální izolací z kamenných vláken ISOVER T o tloušťce 300 mm a minerální izolací z kamenných vláken ISOVER S o tloušťce 100 mm. Obvodová stěna je zaizolována tepelnou izolací ISOVER GreyWall 032 o tloušťce 200 mm. Keramické nosné překlady jsou z důvodu eliminace tepelného mostu doplněny, v oblasti nad okenním rámem, tepelnou izolací ISOVER EPS 50Z tloušťky 155 mm. Ztužující věnec 1.NP a 2.NP je doplněn tepelnou izolací ISOVER EPS 50Z tloušťky 70 mm.

Omítky

a) vnitřní - zdiva a stropu HELUZ: omítka vápenocementová štuková.

b) vnější – Stomix BetaDEKOR SID tloušťky 2,5 mm

Podhledy

V koupelně, WC a hale je instalován podhled ze sádkartonových desek tloušťky 12,5 mm zavěšených na dřevěném roštu z důvodu vedení odpadního potrubí vzduchu.

Obklady

vnitřní - v místnostech hygienického zařízení, v kuchyni, spíži, technické místnosti a zádveří jsou navrženy keramické obklady. Přesné určení barevného řešení a typu obkladu bude určeno architektem v průběhu realizace stavby.

Truhlářské, zámečnické a ostatní doplňkové výrobky

Okna a dveře dřevěné od firmy SLAVONA, zasklena izolačním trojsklem se solárními zisky (součinitel prostupu tepla okna $U_w = 0,69 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}$, celková energetická propustnost 62%). Součástí dodávky oken jsou i vnitřní parapety, vnitřní parapety z laminátové dřevotřísky, venkovní z poplastovaného plechu. Doporučená hodnota dle normy ČSN 730540-2 článek 5.2 na součinitel prostupu tepla celého okna $U_w = 1,2 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ je splněna.

Vstupní dveře do objektu budou dřevěné plné, součinitel prostupu tepla $U [\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}]$ je 0,65, který splňuje doporučenou hodnotu dle normy ČSN 730540-2 článek 5.2 $U=1,2 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$. Vnitřní vstupní dveře do jednotlivých částí objektu dřevěné plné, ale s požární odolností dle požárně bezpečnostního řešení EW 30 DP3. Vnitřní dveře budou dřevěné hladké typové do masivních dřevěných zárubní.

Klempířské výrobky

Klempířské výrobky budou provedeny z poplastovaného plechu tloušťky 0,6 mm. Jedná se o oplechování parapetu a atiky. Žebřík bude proveden z oceli.

Malby a nátěry

- vnitřní - malby stěn a stropu 2x Primalex Plus, SOK - 2x SÁDROMAL, nátěry výrobku viz

specifikace. Odstín bude určen architektem interiéru

- vnější – STOMIX BetaDEKOR SID, barva dle vzorkovníku
- obložení – keramický obklad značky RAKO, v barvě dle účelu místnosti
- hlavní vstupní dveře – vstupní dveře budou levé, navrženy na zakázku, odstín dub
- okna a balkónové dveře jsou dřevěné – odstín dub
- zámečnické výrobky – v barvě šedé

- klempířské výrobky související s průčelím – poplastovaný plech v barvě dle vzorkovníku

Větrání místnosti

Navrženo nucené se zpětným získáváním tepla viz kapitola č. 4.2.

Venkovní úpravy

Podél objektu je navržen okapový chodník.

Přístupový chodník je vydlážděn zámkovou betonovou dlažbou tloušťky 60 mm uloženou do kamenné drtě frakce 4-8 mm tloušťky 40 mm. Podkladem pak bude zhutněná štěrkodrt'. Chodník je lemován zahradním obrubníkem ABO 5-20.

3.1.5 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

Veškeré obvodové konstrukce a výplně otvorů jsou navrženy s tepelně technickými vlastnostmi dle platných norem, případně s vlastnostmi lepšími. Tepelně technické posouzení celého objektu je součástí příloh.

3.1.6 Způsob založení objektu

Na základě provedeného inženýrsko-geologického průzkumu jsou podmínky pro zakládání jednoduché a nenáročné. Objekt je založen na základových pásech z prostého betonu - C16/20. Do základu budou vloženy zemní pásky (viz hromosvod). V přízemní části je minimální hloubka základové spáry 1,22 m od upraveného terénu. Podkladní železobeton tloušťky 150mm je navržen na hutněný štěrkopískový podsyp v tl. 150 mm.

3.1.7 Vliv stavby na životní prostředí

Stavba ani její provoz nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Na stavbě budou použity běžné technologie, které neohrožují životní prostředí. Vzrostlé stromy a keře nebudou káceny. Se vzniklými odpady bude nakládáno v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech ve znění pozdějších předpisů. Vytříděný stavební odpad je nutno likvidovat

povoleným způsobem, například recyklací nebo uložením na povolenou skládku, popřípadě předat odborné firmě k likvidaci. Při realizaci stavby dojde k produkci těchto odpadů skupiny 17 - stavební a demoliční odpady (dle vyhlášky č. 381/2001 Katalog odpadu a seznam nebezpečných odpadů ve znění pozdějších předpisů).

3.1.8 Dopravní řešení

Pro přístup k objektu je vybudován chodník ze zámkové betonové dlažby napojený na stávající pěší komunikaci.

Vjezd na pozemek je napojen na místní. Pěší vstup je od mobilní komunikace oddělen pruhem zeleně. Příležitostné parkovací stání pro 2 osobní automobily je navrženo za vjezdem.

3.1.9 Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí

Zůstávají stávající a nemění se.

3.1.10 Obecné požadavky na výstavbu

Při provádění stavebních a montážních prací je třeba dodržovat ustanovení NV č. 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky a NV č. 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat zejména dodržení práce ve výškách a nad volnou hloubkou. Všichni zúčastnění pracovníci musí být s předpisy seznámeni před zahájením prací a jsou dále povinni používat při práci předepsané osobní ochranné pomůcky podle výše uvedených předpisů.

Na stavenišťě bude zamezen přístup nepovolaných osob.

3.1.11 Kanalizace

Obecné řešení spočívá v odvedení splaškových odpadních vod od zařizovacích předmětů pomocí připojovacího a odpadního potrubí z HT systému a následné napojení na svodné potrubí z KG-PVC trubek a tvarovek vedoucího do žumpy. Samostatné řešení kanalizační přípojky není součástí této diplomové práce.

3.1.12 Zásobování vodou

Do objektu bude přivedena studená voda novou vodovodní přípojkou, napojenou na vodovodní řad vedoucí pod místní komunikací. Vodovodní přípojka bude na veřejný vodovod napojena navrtávkou HOD navrtávacího pásu PN16 se šoupátkem s koncovkou pro připojení potrubí PE 32(DN25).

Za uzávěrem bude osazena vodoměrná sestava. Vodovodní přípojka bude kladena do otevřené rýhy na pískové lože 10 cm silné. Rovněž obsyp potrubí bude proveden pískem do výšky 30cm nad potrubí. Potrubí je vedeno v nezámrazné hloubce a předepsaném spádu. Více viz kapitola číslo 4.3.

3.1.13 Plynovod

Napojení k NTL plynovodu bylo již provedeno. Na hranici pozemku je umístěna skříň s HUP. Samostatné řešení plynovodní přípojky není součástí této diplomové práce.

3.1.14 Vytápění objektu

Vytápění prostorů v celém rodinném domě bude pomocí centrálního větracího přístroje s topnými okruhy a otopnými tělesy. Součástí centrálního větracího přístroje je tepelné čerpadlo. Více viz kapitola číslo 4.1.

3.1.15 Elektroinstalace

Do objektu bude přivedena přípojka NN z přilehlé rozvodné sítě. Dodavatelem elektrické energie je skupina ČEZ. Projektová dokumentace domovní elektroinstalace není součástí této diplomové práce.

3.1.16 Řešení požární ochrany

Rodinný dům tvoří jeden požární úsek. Požárně nebezpečný prostor nebude přesahovat hranice stavebního pozemku investora. Přístupová komunikace pro požární techniku je po stávající obslužné komunikaci.

4. Technika prostředí staveb

4.1 Zařízení pro vytápění

Předmětem projektu je návrh vytápění s využitím alternativního zdroje.
stupeň projektové dokumentace – pro provedení stavby

4.1.1 Typ zdroje tepla

Zdrojem tepla je centrální větrací přístroj LWA 203 SOL je to kompletní systém pro centrální větrání a odvětrávání, přípravě teplé vody a veškerého zásobování teplem pro vytápění, přednostně pro středně teplotní vytápění. Rekuperace tepla z odpadního vzduchu se provádí pomocí agregátu tepelného čerpadla vzduch / voda. Vzduch je veden s příznivým prouděním v tvarovkách EPS. Ventilátor je stejnosměrný obzvláště šetřící energii. Přípojka pro odpadní vzduch se nachází na levé straně a přípojka pro odvětrávaný vzduch na horní straně přístroje. Vzduch se přivádí decentralizovaně. Agregát tepelného čerpadla je vybaven všemi pojistnými prvky, jako hlídače vysokého tlaku a protiúrazovou ochranou. Zpětně získané teplo se předává do integrovaného zásobníku teple vody se speciálním smaltováním a do vytápěcího systému. Při velmi nízkých teplotách nebo při velmi vysoké potřebě tepla pokrývá přístroj LWA 203 SOL zbytkovou potřebu tepla pomocí vestavěného elektrického přídatného ohřevu. U solární varianty je možné využití solární energie pro ohřev teplé vody. Plně elektronický regulátor je řízen venkovní teplotou a umožňuje regulaci dvou topných okruhů, parametrování kromě jiného stupňů ventilátorů, topných křivek a teplot a dále časově závislé programování vytápěcího provozu, větracího provozu a přípravy teplé vody. Je možno použít dálkové ovládání s prostorovým čidlem. U solární varianty je integrován kompletní solární regulátor.

4.1.2 Klimatické podmínky-místo stavby-provozní režim

Místo stavby: Staměřice

Minimální uvažovaná výpočtová venkovní teplota vzduchu

-15°C

Maximální uvažovaná výpočtová venkovní teplota vzduchu

30°C

Maximální uvažovaná relativní vlhkost vzduchu

40% při te 30°C

Provozní režim:

- Automatický s nočním útlumem
- Ruční - regulace pomocí termostatických ventilů
- V závislosti na venkovní teplotě

4.1.3 Přehled tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí

Viz kapitola 5. Stavební tepelná technika.

4.1.4 Přehled tepelných ztrát budovy po místnostech

V následující tabulce jsou uvedeny tepelné ztráty místností, ve kterých jsou navržena otopná tělesa. Trvalé tepelné zisky zde nejsou.

Č. místnosti	Místnost	Ztráta prostupem Q_p [W]	Ztráta větráním Q_v [W]	Celková ztráta Q_c [W]
103+104	Obývací pokoj s kuchyní	700	800	1500
106	Koupelna	157	102	259
109	Pracovna	255	196	451
202	Ložnice	329	400	729
203	Pokoj 1	311	400	711
204	Koupelna	142	137	279
205	Pokoj 2	272	329	601

Tabulka č. 1 - Tepelné ztráty místností

4.1.5 Výpočet potřebného tepelného příkonu pro ohřev teplé vody

$$Q_{2t} = n_i * 4,3 = 4 * 4,3 = 17,2 kWh$$

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 17,2 * 0,5 = 8,6 kWh$$

$$Q_{1P} = Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,2 + 8,6 = 25,8 kWh$$

$$\Phi_{1n} = \frac{Q_{1P}}{24} = \frac{25800}{24} = 1075 W = 1,075 kW$$

Výpočet je proveden podle ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.

4.1.6 Stanovení potřebného tepelného výkonu zdroje tepla

Stanovení potřebného tepelného výkonu zdroje tepla je stanoveno na základě tepelných ztrát navrhované budovy. Celková tepelná ztráta dle výpočtu programem ZTRÁTY 2008 je 4,214 kW. Navržený zdroj tepla LWA 203 SOL má tepelný výkon 8,7 kW.

4.1.7 Stanovení a přehled roční potřeby tepla pro vytápění, vzduchotechniku a přípravu teplé vody

Roční potřeba tepla na vytápění

$$E_v = 24 * Q_c * f_1 * f_2 * f_3 * f_4 * 3,6 * \frac{D}{t_{is} - t_e}$$

$$E_v = 24 * 4,214 * 0,75 * 0,84 * 1 * 0,85 * 3,6 * \frac{3297}{18 - 3,7} = 45 GJ$$

$$45 GJ = 12,5 MWh / 4,4 = \underline{2,9 MWh}$$

Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

2,2 MWh

4.1.8 Popis uvažovaného otopného systému

Otopná soustava: dle teplotnosné látky: vodní

: dle teploty teplotnosné látky: nízkoteplotní

: dle počtu trubek: dvoutrubkové souprouté

: dle oběhu teplotnosné látky: nucený

: jeden okruh

4.1.9 Popis páteřních a podružných rozvodů, vedení, umístění

Páteřní a podružné rozvody jsou provedeny z mědi, jsou vedeny v podlahových a stěnových lištách. Potrubí není izolováno z důvodu vedení ve vytápěných místnostech. Teplota topné vody je 55/45°C. Při průchodu nosnou zdí či stropem je potrubí vedeno v ocelové chrániče. Otopný systém musí být v nejnižším místě odvodněn, v nejvyšším odvzdušněn.

4.1.10 Regulace

Návrh a dodávka regulace je součástí nabídky firmy STIEBEL ELTRON (případně součástí dodané sady). Regulace zdroje tepla je navržena ekvitermní pomocí regulátoru, který reguluje teplotu otopné vody do otopných těles. Každé otopné těleso je opatřeno radiátorovým ventilem s termostatickou hlavicí.

4.1.11 Doplnění otopné soustavy vodou

Otopná soustava je uzavřená, s potřebou minimálního množství doplňovací vody. Z tohoto důvodu je plnění otopného systému z vodovodního řádu navrženo ručně pomocí odnímatelné opláštěné (nerez) hadice připojené po dobu doplňování za stálého dozoru obsluhy. V místě napojení na vodovod opatřit vodovodní potrubí kulovým napouštěcím kohoutem. Zásadním požadavkem je zabezpečení těsnosti otopné soustavy a omezení

množství vody pro doplňování na minimum, a aby během plnění a uvádění do provozu byly všechny části soustavy dokonale odvzdušněny. Parametry doplňované vody do otopné soustavy stanoví výrobce v návodu k obsluze.

4.1.12 Tlakové poměry při vychladlé soustavě

Plnicí tlak: 165 kPa

Provozní tlak: 250 kPa

Maximální tlak: 350 kPa

Otevírací tlak pojistného ventilu: 400 kPa

4.1.13 Výpočet pojistného ventilu

Uveden v příloze č. 2.

4.1.14 Popis otopných ploch, umístění, způsob připojení na tepelnou soustavu

Otopná tělesa jsou konvekční od firmy Korado. Pro obytné místnosti jsou navržena desková tělesa Korado Radik a v koupelnách jsou trubková otopná tělesa Korado Koralux. Desková tělesa jsou umístěna pod okny, trubková vedle oken. Způsob připojení na tepelnou soustavu je boční jednostranné.

Místnost	Typ	Rozměr [mm]
103+104	Radik typ 11	2x 600/1600
106	Koralux Rondo	780/750
109	Radik typ 11	600/900
202	Radik typ 11	600/1400
203	Radik typ 11	600/1400
204	Koralux Rondo	780/750
205	Radik typ 11	600/1200

Tabulka č. 2 - Otopná tělesa

4.1.15 Parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů

Oběhové čerpadlo je součástí dodávky od firmy Stiebel Eltron.

Ventil Kompakt je z výroby přednastaven na stupeň 6 a před zahájením topné zkoušky musí být nastaven na požadovaný stupeň přednastavení.

4.2 Zařízení vzduchotechniky

Předmětem projektu je návrh větrání. Okna budou sice otevíratelná, ale s funkcí pro větrání při standardním provozu a běžných klimatických podmínkách se neuvažuje.

stupeň projektové dokumentace – pro provedení stavby

4.2.1 Soupis výchozích podkladů

Při zpracování projektu vzduchotechnických zařízení vycházel projektant z rozpracovaných stavebních výkresů. Navržené řešení vzduchotechnických zařízení vychází ze zadávacích podmínek investora a odpovídá svou koncepcí platným českým normám, směrnicím a zejména následujícím předpisům:

- Nařízení vlády 361/2007 kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví pracovníků při práci
- Nařízení vlády 148/2006 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č.6/2003, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- ČSN 12 7010 „Navrhování vzduchotechnických a klimatizačních zařízení“
- ČSN 730872 „Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení“

4.2.2 Klimatické podmínky-místo stavby-provozní režim

Místo stavby: Staměřice

Minimální uvažovaná výpočtová venkovní teplota vzduchu

-15°C

Maximální uvažovaná výpočtová venkovní teplota vzduchu

30°C

Maximální uvažovaná relativní vlhkost vzduchu

40% při te 30°C

Provozní režim:

- Nucené větrání obytných místností – trvale po celou dobu přítomnosti osob

4.2.3 Požadované parametry vnitřního mikroklimatu

Nucené větrání obytných místností zajišťuje požadovanou hygienickou výměnu vzduchu, zařízení neslouží k vytápění, ani k chlazení větraných prostorů. Vzduchotechnické zařízení bude zajišťovat výměnu vzduchu v daných prostorách čerstvým vzduchem. Ostatní teplotní úpravy jsou předmětem řešení *Zařízení pro vytápění staveb*. Intenzity větrání vyplývají z požadavků hygienických směrnic dle počtu osob a druhu činnosti

4.2.4 Popis základní koncepce VZT zařízení

Předmětem projektu je návrh větrání. Okna budou sice otevíratelná, ale s funkcí pro větrání při standardním provozu a běžných klimatických podmínkách se neuvažuje.

Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL je vybaven ventilátorem odpadního vzduchu. Odpadní vzduch se nasává z místností, zatížených pachem, resp. vlhkostí (kuchyně, koupelna, WC) ventilátorem odpadního vzduchu. Tento proud vzduchu je veden přes odparník tepelného čerpadla. Při požadavku na teplo se největší část tepla odnímá. Tuto energii uvede tepelné čerpadlo na vyšší teplotní úroveň, aby bylo možno ohřát TV a vytápěcí systém. Nato se předává odvětrávaný vzduch do volného prostoru vhodným potrubním systémem, izolovaným nepropustně proti difuzi vodních par. Přes vhodné decentralizované ventily přiváděného vzduchu se přivádí čerstvých filtrovaný venkovní vzduch do větraných místností (obytné místnosti a ložnice). Při velmi nízkých venkovních teplotách nebo velké potřebě tepla kryje přístroj LWA 203 SOL zbytkovou potřebu tepla pomocí elektrického dohřevu.

4.2.5 Výčet typů prostorů větraných přirozeně nebo nuceně

Celý objekt je větrán nuceně.

4.2.6 Minimální dávky čerstvého vzduchu, podíl vzduchu cirkulačního

Množství vzduchu je dimenzováno s ohledem na:

- dávky čerstvého vzduchu na osobu dle hygienických předpisů.

Pro výpočet množství vzduchu je zapotřebí stavební výkres půdorysů domu s údaji světlé výšky podlaží. Podle těchto údajů se vypočítají plochy a objemy jednotlivých místností. Při použití centrálního větracího přístroje LWA 203 SOL je třeba si dům rozdělit na vzduchové oblasti. Místnosti domu se rozdělí na oblasti přiváděného vzduchu a odpadního vzduchu a na oblast přepouštění. Oblasti odpadního vzduchu jsou koupelna, WC a kuchyň. Přepouštěcí oblasti jsou místnosti, které leží mezi oblastmi přiváděného a odpadního vzduchu, tedy chodba a hala.

Minimální množství čerstvého vzduchu

Přiváděný vzduch:

Obývací pokoj s kuchyní	60m ³ /hod
Pracovna	15m ³ /hod
Ložnice	30m ³ /hod
Pokoj 1	30m ³ /hod
Pokoj 2	30m ³ /hod
Šatna	15m ³ /hod

Odpadní vzduch:

Obývací pokoj s kuchyní	-60m ³ /hod
WC	- 10m ³ /hod
Koupelna 1.NP	-30m ³ /hod
Koupelna 2.NP	-40m ³ /hod

4.2.7 Umístění nasávání čerstvého vzduchu, odvod vzduchu odpadního

Čerstvý vzduch je nasáván v místnostech, do kterých má být přiváděn čerstvý venkovní vzduch. S použitím vhodných decentralizovaných průchozích prvků pro venkovní vzduch proudí čerstvý filtrovaný venkovní vzduch do větraných místností. Dimenzování je provedeno tak, aby nevznikal pro plánovaný objemový průtok přiváděného vzduchu do obytné jednotky větší podtlak než 4 Pa oproti venkovnímu prostoru. Jako průchozí prvky pro venkovní vzduch jsou použity ventily pro přiváděný vzduch typu Ventil 80. Tento ventil pro přiváděný vzduch je vybaven filtrem třídy G3 a ochrannou mřížkou proti působení vlivů povětrnosti. Ventily 80 jsou umístěny pod okny. Množství přiváděného vzduchu je 180m³/hodinu.

Veškerý odpadní vzduch je nasáván v horních částech místností a je veden k tepelnému čerpadlu, který ho využívá jako zdroj tepla. Množství odváděného vzduchu je 180m³/hodinu.

4.2.8 Počet a umístění centrál úpravy vzduchu

Pro nucené větrání je navržena 1 větrací jednotka.

Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL je umístěn v technické místnosti v 1.NP.

4.2.9 Zadání tepelných ztrát a zátěží klimatizovaných prostorů – požadované parametry

VZT zařízení slouží k větrání. Pro zajištění požadovaných teplotních poměrů v jednotlivých prostorech, to znamená pro pokrytí tepelných ztrát budou zde osazeny otopná tělesa Korado. Touto problematikou se však blíže zabývá část *Zařízení pro vytápění*.

4.2.10 Požadavky na přívod čerstvého vzduchu a odvětrání místností

Vzduchové výkony byly navrženy v souladu s platnými hygienickými předpisy pro dané prostory.

Přiváděný vzduchu:

Obývací pokoj s kuchyní 60m³/hod

Pracovna	15m ³ /hod
Ložnice	30m ³ /hod
Pokoj 1	30m ³ /hod
Pokoj 2	30m ³ /hod
Šatna	15m ³ /hod

Odpadní vzduch:

Obývací pokoj s kuchyní	-60m ³ /hod
WC	- 10m ³ /hod
Koupelna 1.NP	-30m ³ /hod
Koupelna 2.NP	-40m ³ /hod

4.2.11 Vzduchové výkony v jednotlivých typech místností

M. Č.	Název	Přívod (m ³ /h)	Odvod (m ³ /h)	Přepouštění (m ³ /h)
102	Hala	-	-	65
103+104	Obývací pokoj + kuchyně	60	100	-
105	WC	-	10	-
106	Koupelna	-	30	-
109	Pracovna	15	-	-
201	Chodba	-	-	65
202	Ložnice	30	-	-
203	Pokoj 1	30	-	-
204	Koupelna	-	40	-
205	Pokoj 2	30	-	-
206	Šatna	15	-	-
Celkem		180	180	

Tabulka č. 3 - Vzduchové výkony

4.2.12 Hlukové parametry ve vnitřním a venkovním prostředí

Aby se na maximální možnou míru eliminovaly nepříznivé vlivy hluku a vibrací vznikající provozem vzduchotechniky, jsou navržena opatření (včetně použití odpovídajících elementů) snižující hluk. Nepředpokládá se překročení limitů.

4.2.13 Údaje o škodlivinách se stanovením emisí a jejich koncentrace

Vyfukovaný vzduch není znečištěn škodlivinami, není veden do venkovního prostředí.

4.2.14 Popis způsobu větrání a klimatizace jednotlivých prostorů a provozů

Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL je vybaven ventilátorem odpadního vzduchu. Odpadní vzduch se nasává z místností, zatížených pachem, resp. vlhkostí (kuchyně, koupelna, WC) ventilátorem odpadního vzduchu. Tento proud vzduchu je veden přes odparník tepelného čerpadla. Při požadavku na teplo se největší část tepla odnímá. Tuto energii uvede tepelné čerpadlo na vyšší teplotní úroveň, aby bylo možno ohřát TV a vytápěcí systém. Nato se předává odvětrávaný vzduch do volného prostoru vhodným potrubním systémem, izolovaným nepropustně proti difuzi vodních par. Přes vhodné decentralizované ventily přiváděného vzduchu se přivádí čerstvých filtrovaný venkovní vzduch do větraných místností (obytné místnosti a ložnice). Při velmi nízkých venkovních teplotách nebo velké potřebě tepla kryje přístroj LWA 203 SOL zbytkovou potřebu tepla pomocí elektrického dohřevu.

4.2.15 Seznam zařízení s uvedením výkonových parametrů

Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL

- Odvod vzduchu $Q_v=180\text{m}^3/\text{h}$ – plynulá regulace výkonu 50-100%

4.2.16 Seznam zařízení s uvedením rozsahu úpravy vzduchu

Nejsou instalována zařízení na úpravu vzduchu.

4.2.17 Popis jednotlivých vzduchotechnických zařízení

Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL je kompletní systém pro centrální větrání a odvětrávání, přípravě teplé vody a veškerého zásobování teplem pro vytápění, přednostně pro středně teplotní vytápění. Rekuperace tepla z odpadního vzduchu se provádí pomocí agregátu tepelného čerpadla vzduch / voda. Vzduch je veden s příznivým prouděním v tvarovkách EPS. Ventilátor je stejnosměrný obzvláště šetřící energii. Přípojka pro odpadní vzduch se nachází na levé straně a přípojka pro odvětrávaný vzduch na horní straně přístroje. Vzduch se přivádí decentralizovaně. Agregát tepelného čerpadla je vybaven všemi pojistnými prvky, jako hlídače vysokého tlaku a protiúrazovou ochranou. Zpětně získané teplo se předává do integrovaného zásobníku teple vody se speciálním smaltováním a do vytápěcího systému. Při velmi nízkých teplotách nebo při velmi vysoké potřebě tepla pokrývá přístroj LWA 203 SOL zbytkovou potřebu tepla pomocí vestavěného elektrického přídavného ohřevu. U solární varianty je možné využití solární energie pro ohřev teplé vody. Plně elektronický regulátor je řízen venkovní teplotou a umožňuje regulaci dvou topných okruhů, parametrování kromě jiného stupňů ventilátorů, topných křivek a teplot a dále časově závislé programování vytápěcího provozu, větracího provozu a přípravy teplé vody. Je možno použít dálkové ovládání s prostorovým čidlem. U solární varianty je integrován kompletní solární regulátor.

4.2.18 Umístění zařízení

Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL je umístěn v technické místnosti v 1.NP.

4.2.19 Požadavky zařízení na energii

Pro přístroj LWA 203 SOL je uvažována zvláštní elektrická přípojka 3/N/PE 400 V s pevným připojením.

4.2.20 Popis způsobu provozu, regulace, protihluková a protipožární opatření

Regulace

Přístroj je regulován ekvitermním regulátorem výstupní teploty LZM II.

Přehled funkcí regulátoru LZM II:

- rozhraní RS 232 pro nastavení a kontrolu PC
- rozšíření systému dálkovým ovládáním FE 7
- zadávání protiúrazových ochranných mezí pro soustavu tepelné čerpadlo
- rychlá a přesná chybová diagnóza pomocí analýzy soustavy včetně kontroly teploty tepelného čerpadla

Protihluková opatření

Zařízení, která by mohla vykazovat zvýšenou hlučnost jsou umístěna v pomocných prostorách bez trvalého pobytu osob. Proti přenosu chvění jsou mezi ventilátory a potrubí osazeny pryžové tlumicí vložky. Proti přenosu hluku vzduchovodem jsou do potrubí osazeny buňkové, nebo kulisové absorpční tlumiče hluku a to jak směrem do větraných prostorů, tak i směrem do venkovního prostoru.

Protipožární opatření

Rodinný dům tvoří jeden požární úsek. Požárně nebezpečný prostor nebude přesahovat hranice stavebního pozemku investora

4.2.21 Způsob zavěšení a uložení potrubí

Zařízení bude zavěšeno pomocí typových závěsových prvků, ventilátory pomocí pryžových silentbloků dle skutečného zatížení. Veškeré kotevní prvky musí být pozinkovány. Způsob kotvení a vzdálenost závěsů určí montážní firma dle situace na místě dle běžných montážních zvyklostí pro zajištění plné bezpečnosti ukotvení.

4.2.22 Koncepce a rozsahy potrubních sítí rozvodů tepla a chladu

Rozvody a napojení tepla jsou předmětem samostatné části projektu – zařízení pro vytápění staveb.

4.2.23 Rozsahy příslušenství potrubních sítí rozvodů tepla a chladu

neuvedeno

4.2.24 Pokyny pro montáž

Při návrhu bylo v maximální míře využito typových dílů. Zejména je nutno dbát na správnost tvarů odboček a přechodů. Závěsy potrubí budou typové, případně budou zhotoveny na místě z dodaného materiálu.

Pro rozvod vzduchu je použito kruhové potrubí SPIRO neizolováno.

Všechny kovové prvky, závěsy, spojovací materiál apod. musí být povrchově upraveny pozinkováním.

4.2.25 Požadavky na uvádění do provozu

V rámci komplexních a předkomplexních zkoušek je nutno provést vyregulování celého systému a seřízení výustek dle výkonů uvedených v PD. Dále je nutno provést provozní zkoušky a vypracování protokolu o zkoušce chodu a zaregulování výkonových parametrů vzduchotechnického zařízení.

4.2.26 Údaje o chladivech a jiných nebezpečných látkách

Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL obsahuje chladivo R 134 a, které vyhovuje všem platným předpisům a vyhláškám z hlediska ochrany ovzduší a vlivu na ozonovou vrstvu atmosféry.

4.3 Zdravotně technické instalace

Předmětem projektu je návrh okruhu teplé vody se solární podporou.
stupeň projektové dokumentace – pro provedení stavby

4.3.1 Bilance potřeby vody studené, teplé a její požadované úpravy

Potřeba teplé vody: $0,082\text{m}^3/\text{den} * 4 \text{ osoby} * 365 \text{ dní} * 0,5 = 60\text{m}^3/\text{rok}$.

Vodu není třeba dále upravovat.

4.3.2 Popis tlakových poměrů vodovodu, popis čerpacích a posilovacích zařízení

Vodovodní přípojka

Do objektu bude přivedena studená voda novou vodovodní přípojkou, napojenou na vodovodní řad vedoucí pod místní komunikací. Vodovodní přípojka bude na veřejný vodovod napojena navrtávkou HOD navrtávacího pásu PN16 se šoupátkem s koncovkou pro připojení potrubí PE 32(DN25).

Za uzávěrem bude osazena vodoměrná sestava. Vodovodní přípojka bude kladena do otevřené rýhy na pískové lože 10 cm silné. Rovněž obsyp potrubí bude proveden pískem do výšky 30cm nad potrubí. Potrubí je vedeno v nezámrzné hloubce a předepsaném spádu.

Oběhové čerpadlo bude součástí dodávky solárních kolektorů od firmy Viessmann.

4.3.3 Technické řešení vodovodu - vnitřní

a) Technické řešení

Hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude osazen ve vodoměrné šachtě za vodoměrem. Voda bude přivedena ke všem výtokům a k centrálnímu větracímu zařízení LWA 203 SOL. Rozvody vody v objektu budou provedeny nerezové oceli GEBERIT Mapress. Potrubí budou opatřena tepelně izolačními trubicemi MIRELON PRO tloušťky dle DN trubek. Tloušťka tepelné izolace je navržena podle vyhlášky 151/2001 Sb. Tato izolace chrání rovněž potrubí před mechanickým poškozením a na kratších úsecích umožňuje tepelnou roztažnost trub.

Aby byla zaručena správná funkce kompenzace, musí být na potrubí fixováno pevnými body. Na rozvodech budou osazeny uzavírací armatury. Každé podlaží bude možno uzavřít uzávěry. Potrubí bude vedeno ve spádu k výtokovým a vypouštěcím armaturám. Rozvod teplé a studené bude vedeno ve zdech, stejně tak stoupací potrubí.

Potrubí	Tloušťka izolace
15x1	13 mm
18x1	13 mm
22x1,2	13 mm
28x1,2	20 mm
35x1,5	20 mm
42x1,5	25 mm

Tabulka č. 4 - Tloušťka izolace

b) Příprava teplé vody

Ohřev teplé vody bude zajištěn centrálním větracím přístrojem LWA 203 SOL se solární podporou, který je vybaven ventilátorem odpadního vzduchu. Odpadní vzduch se nasává z místností, zatížených pachem, resp. vlhkostí (kuchyně, koupelna, WC) ventilátorem odpadního vzduchu. Tento proud vzduchu je veden přes odparník tepelného čerpadla. Tuto energii uvede tepelné čerpadlo na vyšší teplotní úroveň, aby bylo možno ohřát teplou vodu a vytápěcí systém. Při velmi nízkých venkovních teplotách nebo velké potřebě tepla kryje přístroj LWA 203 SOL zbytkovou potřebu tepla pomocí elektrického dohřevu. Integrovaný zásobník teplé vody má objem 300 l. Centrální větrací přístroj LWA 203 SOL bude umístěn v technické místnosti v 1.NP. Na výstupu topné vody je regulátor teploty nastaven na 55°C. Na přívodu studené vody do zásobníku budou osazeny potřebné armatury – uzavírací ventil, pojistný a zpětný ventil, expanzní nádoba na zachycení zvětšeného objemu vody při ohřevu. Přepad pojistného ventilu bude vyveden nad kalich, který bude napojen do kanalizace.

c) Solární kolektory

Podpora ohřevu teplé vody solárním kolektorem, je zajištěna kolektory od firmy VIESSMANN VITOSOL 200-T. VITOSOL 200-T je vysoce efektivní trubicový kolektor na principu průtočné trubice. Solární kolektory budou umístěny na plochou střechu ve sklonu 45°, obráceny na čistý jih. Kolektory budou celkově 2 o ploše 2,9 m², počet trubic bude 2x20. Návrh solárních kolektorů je uveden v příloze č. 4.

Od firmy Viessmann bude dodána kompletní sestava pro ohřev teplé vody. Soustava bude obsahovat 2 kolektory VITOSOL 200-T, příslušenství k montáži, čerpací stanice Solar-Devion s oběhovým čerpadlem typu PS10, solární expanzní nádoba, odlučovače vzduchu, šroubení se svěracím kroužkem s odvzdušněním, připojovací trubky, teplotní medium, regulace Vitosolic 200, teplotní čidlo a trojcestný přepínací ventil. Schéma systému je uvedeno v příloze č. 4.

d) Materiál

Rozvody vody budou provedeny nerezové oceli GEBERIT Mapress. Potrubí budou opatřena tepelně izolačními trubicemi MIRELON PRO tloušťky dle DN trubek. Návrh tloušťky izolace je uveden odrážce *a*). V ležatém potrubí budou osazeny uzavírací ventily s vypouštěním tak, aby bylo možno každou větev se stoupajícím potrubím samostatně vypustit a uzavřít.

e) Výpočet a návrh vodovodního potrubí

Geodetická výška mezi napojením zemní soupravy na veřejný vodovod a nejvyšším bodem vnitřního rozvodu je 5,25m. Na počátku přípojky byl zjištěn přetlak 0,4 MPa. Jmenovité výtoky u výtokových armatur dle ČSN 75 5455 viz tabulka č. 150.

Výtoková armatura	Jmenovitý výtok Q_a
WC	0,15 l/s
Umyvadlo	0,2 l/s
Dřez	
Sprcha	
Pračka	
Vana	0,3 l/s

Tabulka č. 5 - Jmenovité výtoky

Ztráty třením, dimenze a rychlosti proudění byly navrženy a vypočteny viz. příloha č. 4.

f) Zkoušení vnitřního vodovodu

Tlakové zkoušky vodovodu budou provedeny dle ČSN 73 6660 část VII čl. 134-144 v souladu se změnou 1/ 1994. Před předáním uživateli musí být vodovod propláchnut a desinfikován dle čl. 147-153 uvedené normy.

4.3.4 Popis připojení na veřejné síť

Napojení na stávající veřejný vodovod se provede zemní zákopovou soupravou. Přípojka bude ukončena hlavním uzávěrem vody a vodoměrnou sestavou ve vodoměrné šachtě umístěné na parcele 22/2.

5. Stavební tepelná technika

5.1 Požadavky normy ČSN 73 0540-2

5.1.1 Šíření tepla konstrukcí

a) Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce θ_{si} [°C] - teorie

Nejnižší vnitřní povrchová teplota je první ze čtyř veličin, kterými norma ČSN 73 0540-2 hodnotí prostup tepla, další pak jsou součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, lineární a bodové činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi jednotlivými konstrukcemi a průměrný součinitel prostupu tepla obálkou. Každá z těchto veličin má pro hodnocení svůj význam. Teprve jejich souhrn dává představu o hodnocených konstrukcích a budově, o správnosti či kvalitě jejich řešení.

Vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} je výhodné hodnotit v poměrném tvaru jako teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} , neboť f_{Rsi} je jednoznačnou vlastností konstrukce nebo styku konstrukcí ve sledovaném místě, která nezávisí na teplotách přilehlých prostředí.

$$f_{Rsi} = \frac{q_{si} - q_e}{q_{ai} - q_e} = 1 - \frac{q_{ai} - q_{si}}{q_{ai} - q_e} \quad q_{si} = q_i - (1 - f_{Rsi}) \cdot (q_{ai} - q_e) \quad f_{Rsi} = 1 - U_x \cdot R_{si}$$

Požadavky na teplotní faktor jsou stanoveny odlišně pro neprůsvitné konstrukce a pro výplně otvorů (okna, dveře). Pro neprůsvitné konstrukce je kritériem vyloučení vzniku plísni, pro okna je kritériem vyloučení povrchové kondenzace vodní páry. V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i < 60\%$ vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} , bezrozměrný, podle vztahu:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

kde $f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu:

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta f_{Rsi}$$

kde $f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor povrchu

Δf_{Rsi} bezpečnostní přírůstek teplotního faktoru

Splnění tohoto požadavku je prevencí rizika povrchové kondenzace u výplňí otvorů a růstu plísní u ostatních konstrukcí.

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e [°C]				
		-13	-15	-17	-19	-21
		Požadovaný kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$				
Výplň otvoru podle 4.6	20	0,675	0,693	0,710	0,725	0,738
	21	0,682	0,700	0,715	0,730	0,742
	22	0,689	0,705	0,721	0,734	0,747
Ostatní konstrukce	20	0,776	0,789	0,801	0,811	0,820
	21	0,781	0,793	0,804	0,814	0,823
	22	0,786	0,798	0,808	0,817	0,826

Tabulka č. 6 – Požadované hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i=50$ %

b) Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce θ_{si} [°C] – projektový návrh

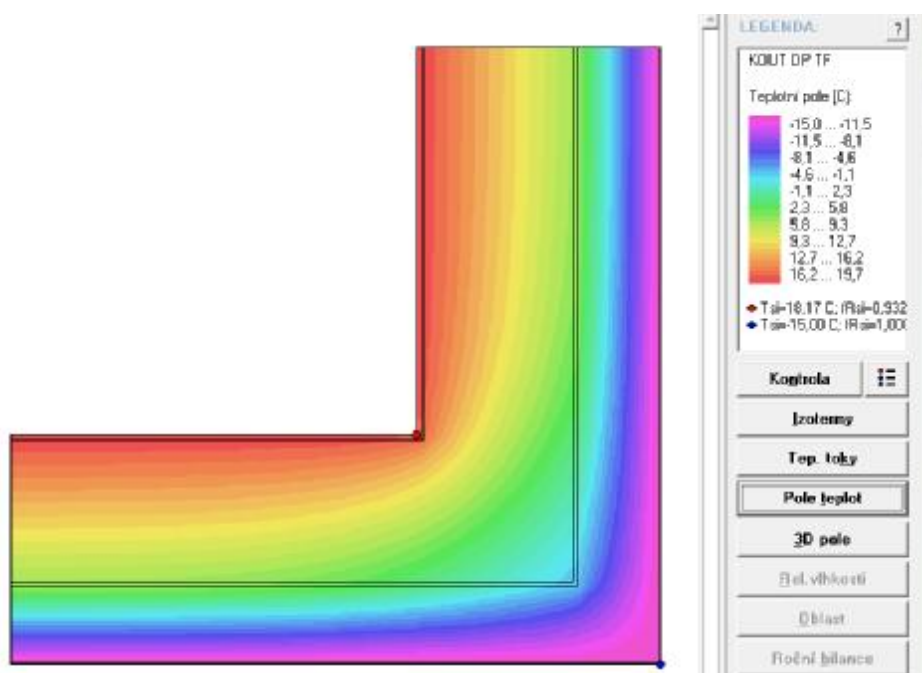
U navrhovaného pasivního domu jsou řešeny požadavky na teplotní faktor vnitřního povrchu u koutu v obývacím pokoji, u stěny a podlahy na zemině, u styku stěny a střechy, u ostění, u nadpraží a u parapetu, pomocí programu AREA 2008.

Požadavek na teplotní faktor			
Konstrukce		$f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$	
Kout obývací pokoj		0,932>0,792	SPLNĚN
Stěna - podlaha na zemině		0,947>0,792	SPLNĚN
Stěna - plochá střecha		0,911>0,792	SPLNĚN
Ostění	okno	0,840>0,667	SPLNĚN
	stěna	0,907>0,792	SPLNĚN
Nadpraží	okno	0,782>0,667	SPLNĚN
	stěna	0,916>0,792	SPLNĚN
Parapet	okno	0,785>0,667	SPLNĚN
	stěna	0,897>0,792	SPLNĚN

Tabulka č. 7 – Výsledky posuzování konstrukce na požadavky na teplotní faktor

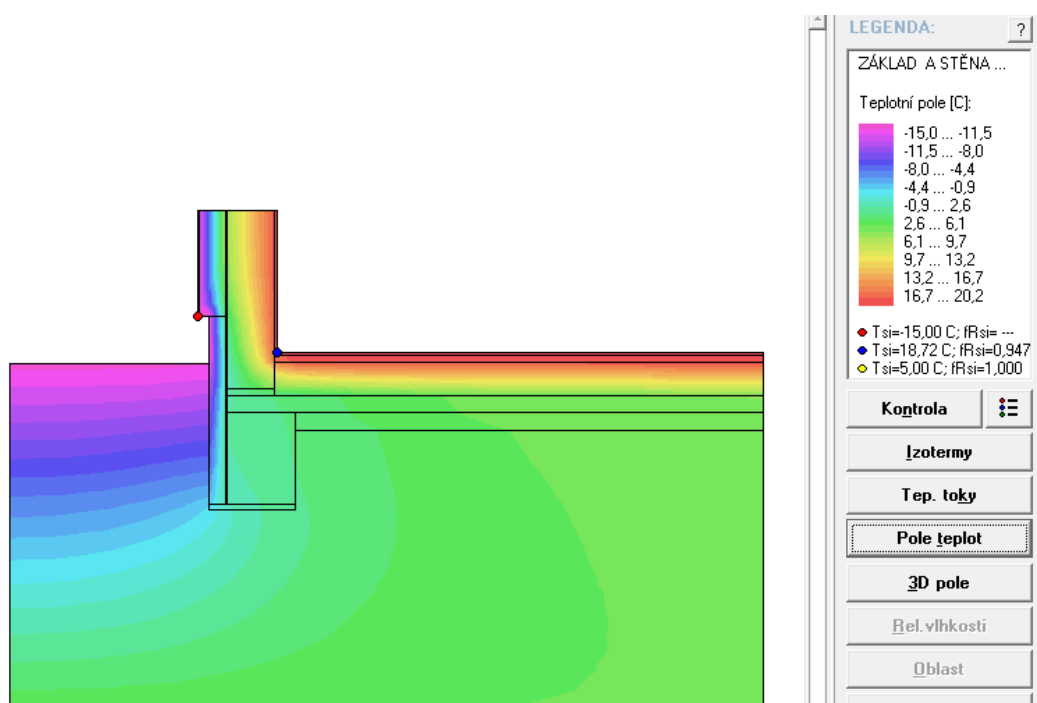
U uvedených detailů byl splněn požadavek na teplotní faktor dle ČSN 73 0540, protokoly výpočtů jsou v příloze č. 5.

1. KOUT V OBÝVACÍM POKOJI



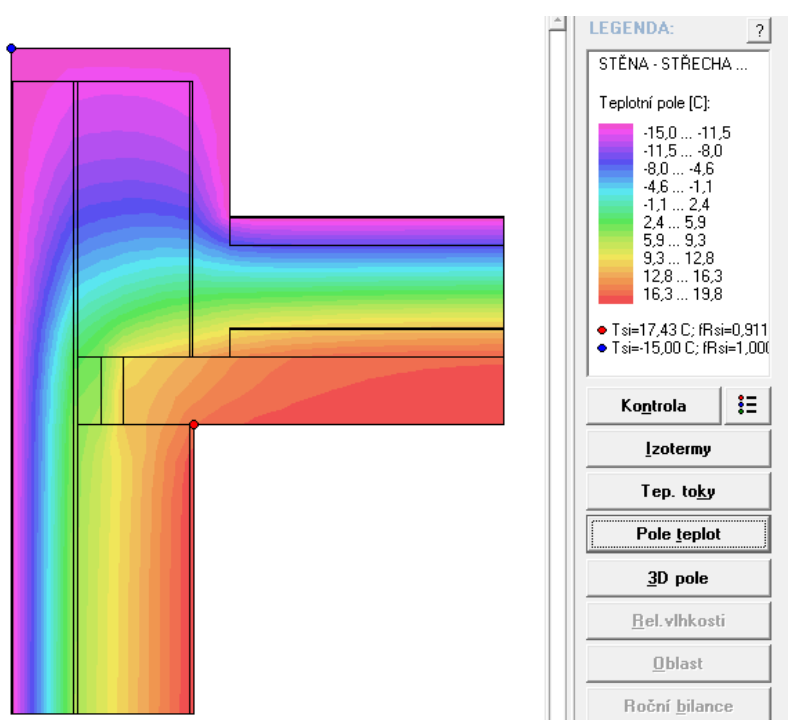
Obrázek č. 1 - Pole teplot - kout obývacím pokoji

2. STĚNA A PODLAHA NA ZEMINĚ



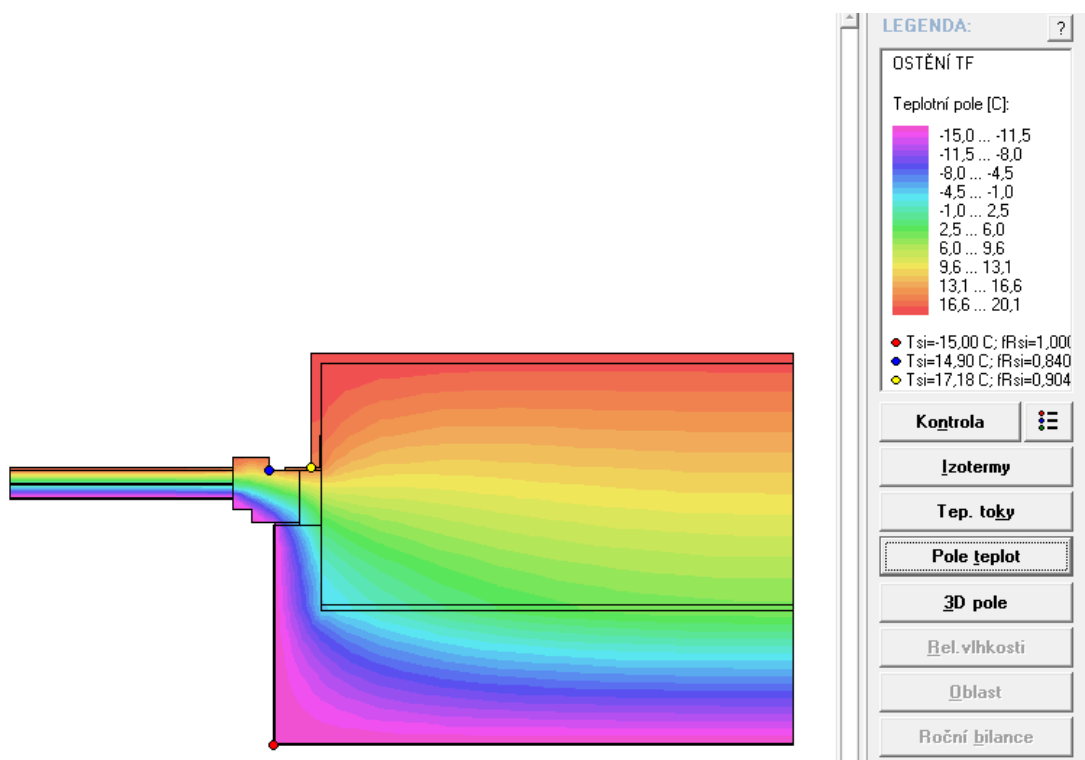
Obrázek č. 2 - Pole teplot - styk stěna a podlaha na zemině

3. STĚNA A PLOCHÁ STŘECHA



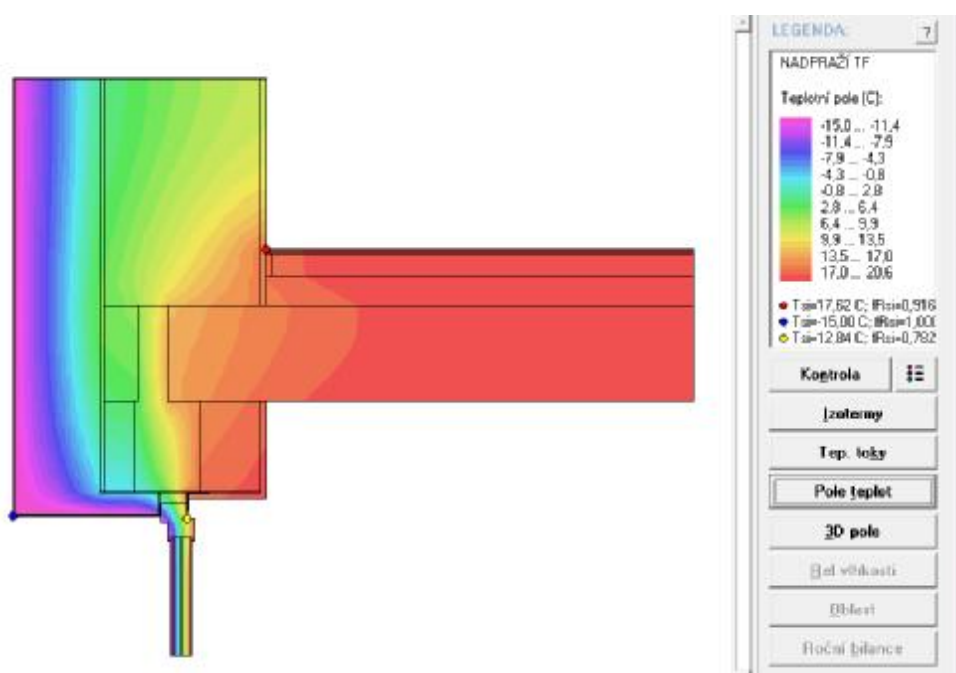
Obrázek č. 3 - Pole teplot - styk stěna a plochá střecha

4. OSTĚNÍ



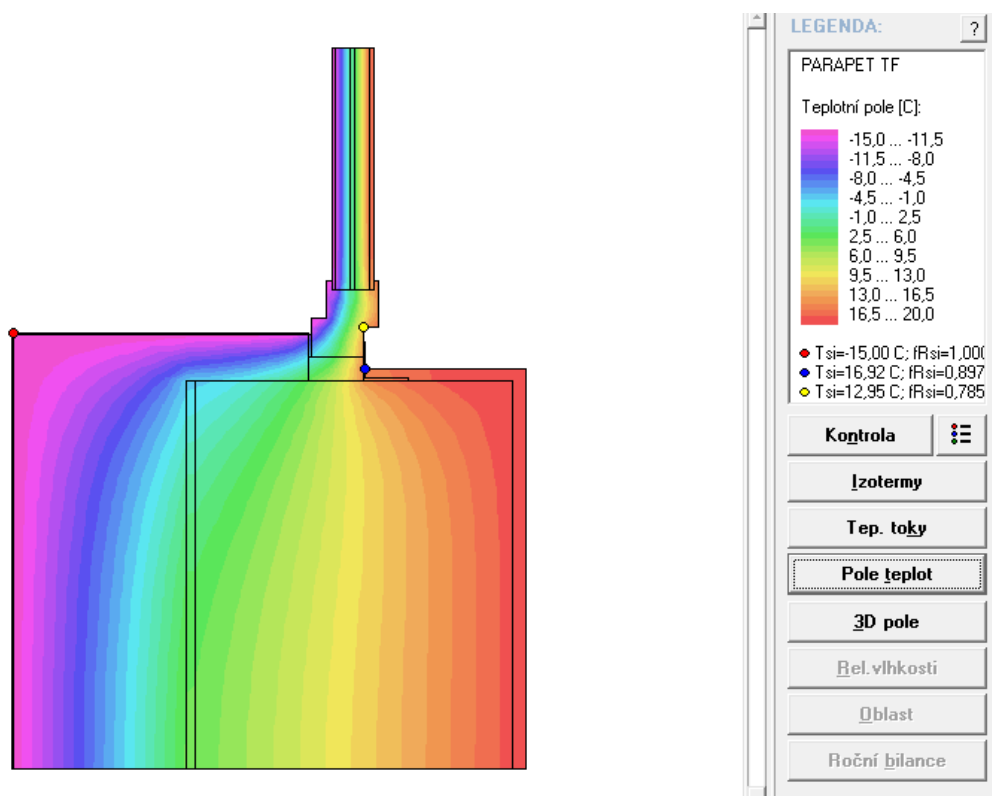
Obrázek č. 4 - Pole teplot - ostění

5. NADPRAŽÍ



Obrázek č. 5 - Pole teplot - nadpraží

6. PARAPET



Obrázek č. 6 - Pole teplot - parapet

c) Součinitel prostupu tepla U [$W/m^2.K$] - teorie

Součinitel prostupu tepla U a tepelný odpor R jsou základními veličinami charakterizujícími tepelně izolační vlastnosti stavebních konstrukcí. Požadavky na součinitel prostupu tepla U uvádí ČSN 73 0540-2. Pro každou stavební konstrukci musí být splněna podmínka:

$$U \leq U_N \quad [W/(m^2.K)]$$

kde U je součinitel prostupu tepla a U_N je jeho normou požadovaná hodnota

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad R = \sum \frac{d}{\lambda}$$

kde R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2.K/W$]

R tepelný odpor konstrukce [$m^2.K/W$]

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2.K/W$]

d tloušťka vrstvy konstrukce [m]

λ tepelná vodivost konstrukce [$W/(m.K)$]

V tabulce č. 3 jsou uvedeny hodnoty pro součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2. Hodnoty pro nízkoenergetické a pasivní nejsou normou doposud stanoveny, ale prakticky se uvažují 2/3 hodnot doporučených pro nízkoenergetické domy. Pro pasivní domy se doporučují konstrukce s ještě nižšími U -hodnotami.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla U_N [$W/(m^2.K)$]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Střecha plochá	0,24	0,16
Stěna vnější	0,38	0,25
Podlaha	0,38	0,25
Okno, Dveře	1,7	1,2

Tabulka č. 8 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N

d) Součinitel prostupu tepla U [$W/m^2.K$] – projektový návrh

Při navrhování novostavby pasivního rodinného domu, bylo už od začátku jasné, že je třeba konstrukce navrhnout tak, aby měly co nejnižší hodnoty součinitele prostupu tepla. Z tohoto důvodu jsou v konstrukcích použity tepelné izolace se špičkovými hodnotami součinitele tepelné vodivosti λ . Relativní novinkou na trhu jsou tepelné izolace EPS

s grafitem. V projektu jsou navrženy izolační materiály od společnosti ISOVER, jejichž výrobky GreyWall 032 a NeoFloor 031 mají deklarovaný součinitel tepelné vodivosti 0,031-0,032 W/(m.K).

Norma ČSN 73 0540-2 neuvádí přesné hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy, z tohoto důvodu bylo třeba si jejich hodnoty odvodit z hodnot doporučených. Při použití těchto hodnot nebylo cílem se jim vyrovnat, ale přiblížit se jim. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla U_N [W/(m ² .K)]		
	2/3 hodnot doporučených	2/3 hodnot NED	Navrhovaná stavba
	Nízkoenergetické domy	Pasivní domy	
Střecha plochá	0,11	0,07	0,1
Stěna vnější	0,17	0,11	0,12
Podlaha S1,S2	0,17	0,11	0,13
Okno, Dveře	0,8	0,53	0,69

Tabulka č. 9 – Hodnoty U_N pro NED, PD a vypočtené hodnoty

Konstrukce	Skladba		Konstrukce	Skladba	
	Název	d [mm]		Název	d [mm]
Podlaha S1	Dlažba keramická	15	Podlaha S2	Korkové dlaždice	4
	Lepidlo na dlažbu			Pěnová podložka	
	Betonová mazanina C12/15	60		Betonová mazanina C12/15	60
	Separční vrstva Sepaten S			Separční vrstva Sepaten S	
	Tepelná izolace ISOVER NEOFLOOR 031	280		Tepelná izolace ISOVER NEOFLOOR 031	280
	Izolace proti zemní vlhkosti a radonu - 2x Foalbit S	10		Izolace proti zemní vlhkosti a radonu - 2x Foalbit S	10
	Železobeton	150		Železobeton	150
	Štěrkopískový násyp	150		Štěrkopískový násyp	150
Konstrukce	Skladba		Konstrukce	Skladba	
	Název	d [mm]		Název	d [mm]
Obvodové zdivo	Omítka vápenná	15	Plochá střecha	Omítka vápenná	14
	HELUZ STI 36,5	365		Strop z vložek HELUZ MIAKO	250
	Stomix AlfaFIX	10		Polystyrenbeton z IZO-BALLU	100
	Tepelná izolace ISOVER GREYWALL 032	200		Vedag Vedagard SK-PLUS	2,4
	Stomix BetaDEKOR SID	2,5		Tepelná izolace ISOVER T	300
Tabulka č. 10 - Skladby				Tepelná izolace ISOVER S	100
				Vedag Vedatop SU	3
				Vedag Euroflex	5,2

Součinitel prostupu tepla U [W/M².K] byl vypočítán pomocí programu TEPLLO 2008, protokol výpočtů je uveden v příloze č. 6.

e) Lineární činitel prostupu tepla Ψ_k [W/m.K] – teorie

Lineární činitel prostupu tepla je veličina, která charakterizuje tepelně technické vlastnosti dvourozměrných tepelných mostů a vazeb. Vyjadřuje množství tepla ve W, které prochází při jednotkovém teplotním rozdílu jednotkovou délkou tepelného mostu. Jedná se tedy o obdobu součinitele prostupu tepla u plošných konstrukcí. Požadavky na lineární činitel prostupu tepla Ψ_k uvádí ČSN 73 0540-2. Pro každou tepelnou vazbu mezi konstrukcemi musí být splněna podmínka:

$$\Psi_k \leq \Psi_{k,N} \quad [W/(m.K)]$$

kde $\Psi_{k,N}$ je normou požadovaná hodnota ve W/(m.K)

Typ lineární tepelné vazby	Požadované hodnoty $\Psi_{k,N}$	Doporučené hodnoty $\Psi_{k,N}$
	[W/(m.K)]	[W/(m.K)]
Styk vnější stěny a další konstrukce s výjimkou výplně otvoru (např. styk se základem, stropem, jinou stěnou, střechou, balkonem apod.)	0,60	0,20
Styk vnější stěny a výplně otvoru (parapet, ostění, nadpraží)	0,10	0,03
Styk střechy a výplně otvoru (střešní okno, světlík apod.)	0,30	0,10

Tabulka č. 11 - Požadovaný lineární činitel prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ podle ČSN 73 0540-2

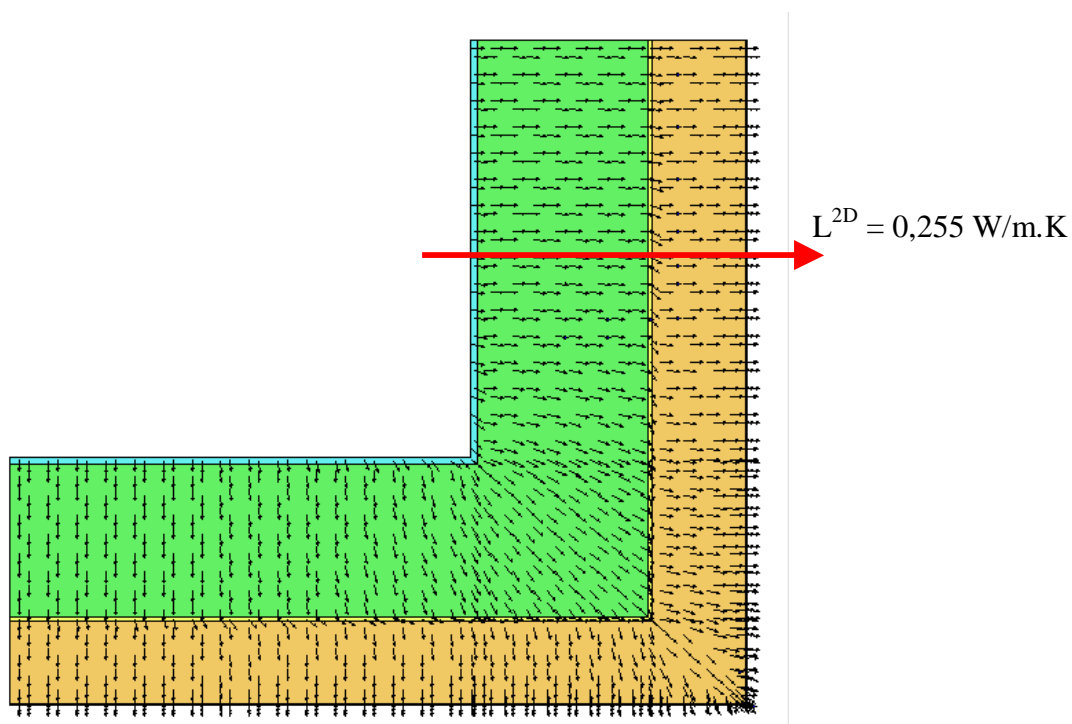
f) Lineární činitel prostupu tepla Ψ_k [W/m.K] – projektový návrh

U navrhovaného pasivního domu je lineární činitel prostupu tepla řešen u koutu v obývacím pokoji, u stěny a podlahy na zemině, u styku stěny a střechy, u ostění, u nadpraží a u parapetu, pomocí programu AREA 2008, protokoly výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 7.

	Lineární činitel prostupu tepla					
Konstrukce	Plošná tepelná propustnost	Součinitel prostupu tepla	Délka	Lineární činitel prostupu tepla	Požadavek	
	L ^{2D} [W/m.K]	U [W/m²K]	l [m]	Ψ _k [W/m.K]		
Kout obývací pokoj	0,255	0,12	1,59	0,064	< 0,6	SPLNĚN
Stěna - plochá střecha	0,282	0,11	4,62	-0,225	< 0,6	SPLNĚN
Stěna - podlaha na zemině	0,021	0,12	1,29	-0,134	< 0,6	SPLNĚN
Ostění	0,379	0,24	1,423	0,037	< 0,1	SPLNĚN
Nadpraží	0,453	0,211	1,895	0,053	< 0,1	SPLNĚN
Parapet	0,387	0,252	1,307	0,058	< 0,1	SPLNĚN

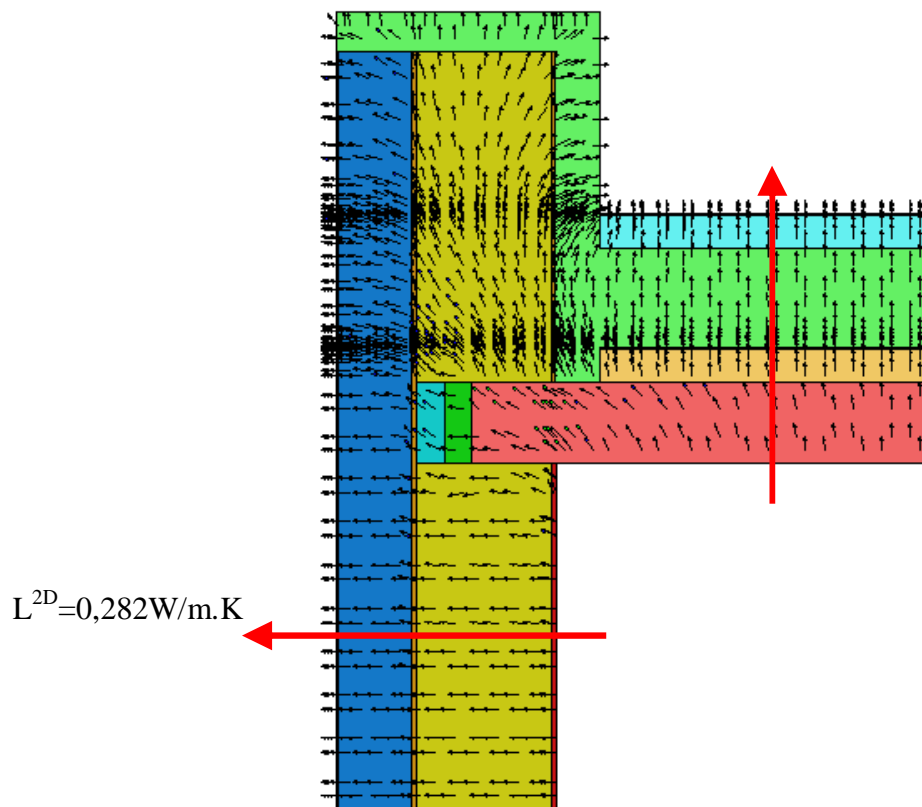
Tabulka č. 12 - Výsledky posuzování lineárního činitele prostupu tepla

1. KOUT V OBÝVACÍM POKOJI



Obrázek č. 7 - Tepelné toky - kout v obývacím pokoji

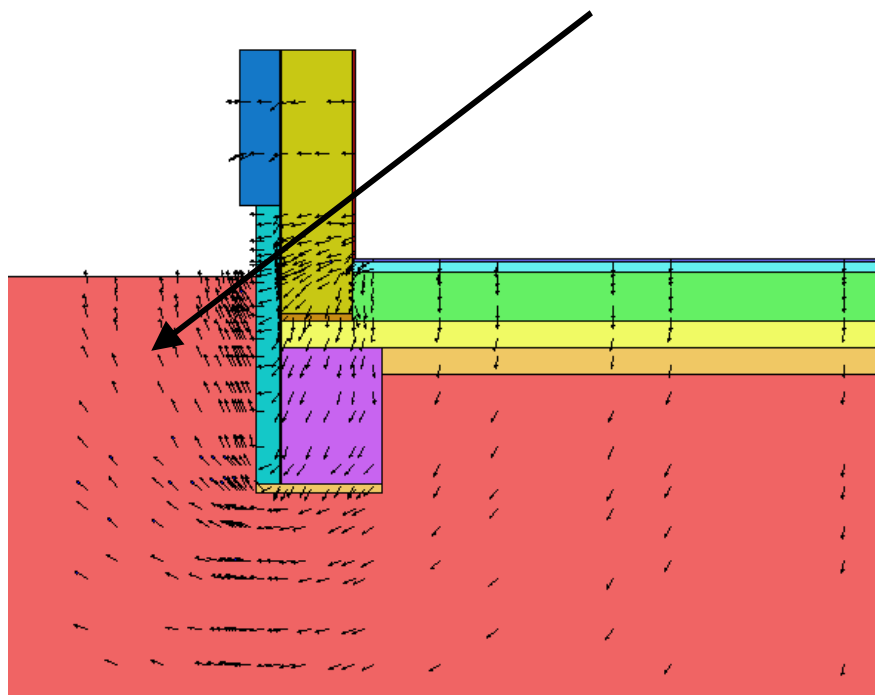
2. STĚNA A PLOCHÁ STŘECHA



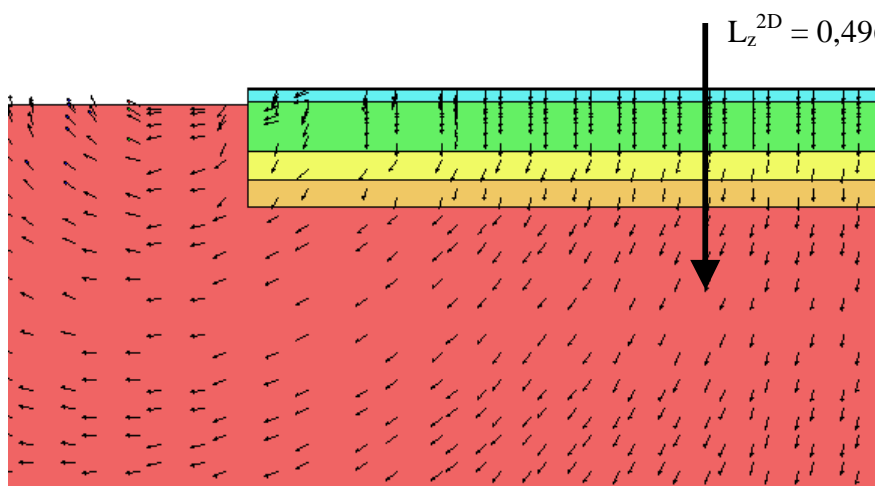
Obrázek č. 8 - Tepelné toky - styk stěny a ploché střechy

3. STĚNA A PODLAHA NA ZEMINĚ

$$L^{2D} = 0,517 \text{ W/m.K}$$



Obrázek č. 9 - Tepelné toky - styk stěna a podlaha na zemině

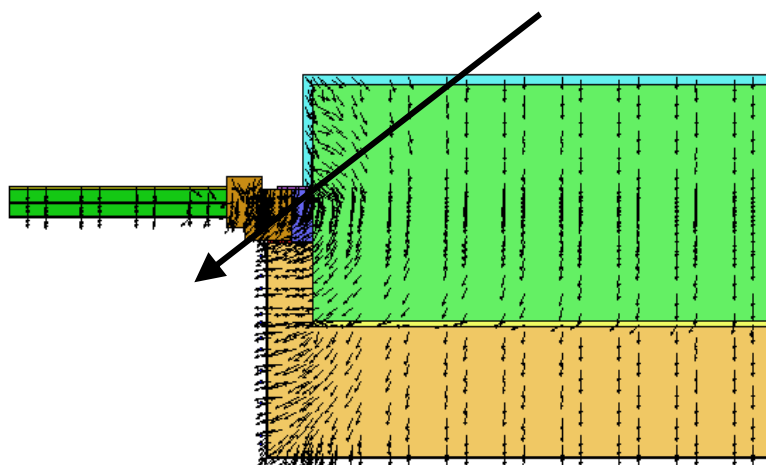


$$L_z^{2D} = 0,496 \text{ W/m.K}$$

Obrázek č. 10 - Tepelné toky - podlaha na zemině

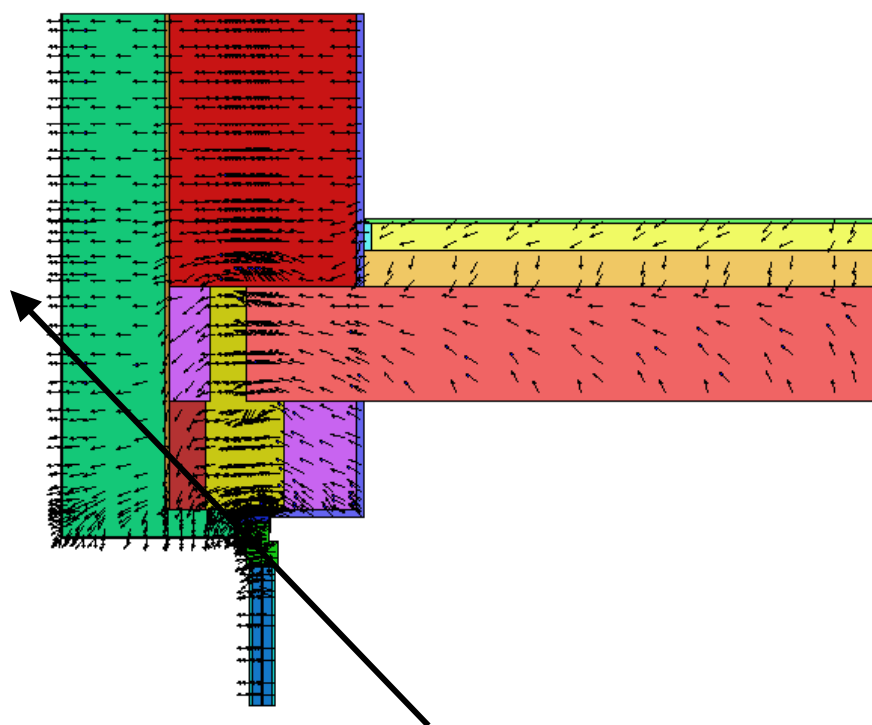
4. OSTĚNÍ

$$L^{2D} = 0,379 \text{ W/m.K}$$



Obrázek č. 11 - Tepelné toky - ostění

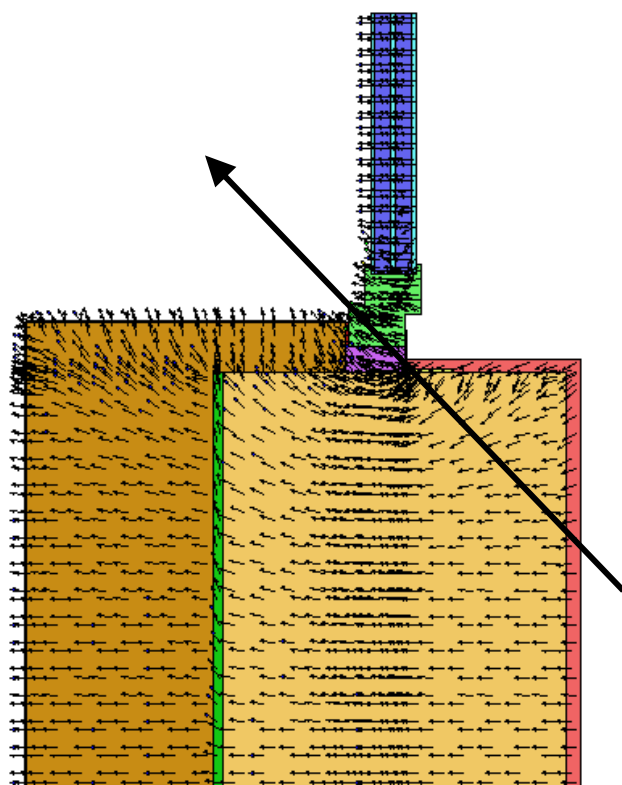
5. NADPRAŽÍ



Obrázek č. 12 - Tepelné toky - nadpraží

$$L^{2D} = 0,453 \text{ W/m.K}$$

6. PARAPET



$$L^{2D} = 0,387 \text{ W/m.K}$$

Obrázek č. 13 - Tepelné toky - parapet

g) Pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ [°C] – teorie

Je významný pro dosahování tepelné pohody. Tento požadavek zajišťuje tepelnou pohodu při téměř nechráněném kontaktu s podlahou. Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$, ve °C, musí splňovat podmínku:

$$\Delta q_{10} \leq \Delta q_{10,N} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

kde $\Delta\theta_{10,N}$ je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty, ve °C, která se stanoví z tabulky 4 normy ČSN 73 0540-2

Druh budovy a místnosti	Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
Obytná budova: dětský pokoj, ložnice Občanská budova: dětská místnost jeslí, školky, pokoj intenzivní péče, pokoj nemocných dětí	I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
Obytná budova: obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň Občanská budova: operační sál, předsálí, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost, chodba a předsíň nemocnice, pokoj dospělých nemocných, kancelář, rýsozna, kreslárna, pracovna, tělocvična, učebna, kabinet, laboratoř, restaurační místnost, kino, divadlo, hotelový pokoj Výrobní budova: trvalé pracovní místo při sedavé práci	II. Teplé	do 5,5 včetně
Obytná budova: koupelna, WC, předsíň před vstupem do bytu Občanská budova: WC, lázeň, převlékárna lázně, chodby, čekárny, schodiště nemocnice, taneční sál, jednací místnost, sklad se stálou obsluhou, prodejna potravin, noclehárna, trvalé pracovní místo ve výstavní síni a muzeu bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi Výrobní budova: trvalé pracovní místo bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi	III. Méně teplé	do 6,9 včetně
Budovy a místnosti bez požadavků	IV. Studené	od 6,9

Tabulka č. 13 - Požadované hodnoty poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$

h) Pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ [°C] – projektový návrh

U navrhovaného pasivního domu byl posuzován pokles dotykové teploty podlahy u podlahy na zemině (S1, S2 viz. tabulka č. 14). Podlaha S1 v koupelně požadavek nesplnila a z tohoto důvodu bude doplněna elektrickou rohoží. Celkově podlaha S1 nesplňuje požadavek na pokles dotykové teploty, ale v místnostech jako je zádveří, WC, technická místnost a spíž se nepředpokládá pohyb osob bez obutí. Podlaha S2 požadavek na pokles dotykové teploty splňuje ve všech místnostech, kde je použita. Pokles dotykové teploty byl stanoven programem TEPLLO 2008, protokoly výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 6.

Konstrukce	Skladba		Konstrukce	Skladba	
	Název	d [mm]		Název	d [mm]
Podlaha S1	Dlažba keramická	15	Podlaha S2	Korkové dlaždice	4
	Lepidlo na dlažbu			Pěnová podložka	
	Betonová mazanina C12/15	60		Betonová mazanina C12/15	60
	Separační vrstva Sepaten S			Separační vrstva Sepaten S	
	Tepelná izolace ISOVER NEOFLOOR 031	280		Tepelná izolace ISOVER NEOFLOOR 031	280
	Izolace proti zemní vlhkosti a radonu - 2x Foalbit S	10		Izolace proti zemní vlhkosti a radonu - 2x Foalbit S	10
	Železobeton	150		Železobeton	150
	Štěrkopískový násyp	150		Štěrkopískový násyp	150

Tabulka č. 14 - Skladby podlah

Požadavek na pokles dotykové teploty		
Konstrukce	$\Delta\theta_{10} > \Delta\theta_{10,N}$ [°C]	
Podlaha na zemině S1	7,33 > 6,9	NESPLNĚN
Podlaha na zemině S2	4,2 < 5,5	SPLNĚN

Tabulka č. 15 - Výsledky posuzování požadavku na pokles dotykové teploty

5.1.2 Šíření vlhkosti konstrukcí

Norma ČSN 730540-2 požaduje, aby byly bez kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce navrženy všechny konstrukce, u kterých by zkondenzovaná vodní pára ohrozila jejich požadovanou funkci. U ostatních konstrukcí je kondenzace vodní páry uvnitř skladby přípustná, pokud jsou splněny následující podmínky:

- zkondenzovaná vodní pára neohrozí požadovanou funkci konstrukce
- ve stavební konstrukci nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování zbýt žádné zkondenzované množství vodní páry $M_{c,a}$, které by zvyšovalo vlhkost konstrukce
- roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ musí být nižší než limit $M_{c,a,N}$, který činí:

- $M_{c,a,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ nebo 3% plošné hmotnosti materiálu pro jednoplášťové střechy, pro konstrukce s dřevěnými prvky, pro konstrukce s kontaktním zateplením

- $M_{c,a,N} = 0,50 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{a)}$ nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot) pro ostatní stavební konstrukce

U navrhovaného pasivního domu byly posuzovány požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí u obvodového zdiva a ploché střechy, pomocí programu TEPLO 2008, protokoly výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 6.

OBVODOVÉ ZDIVO:

Vypočtené hodnoty: V konstrukci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0175 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 1,3341 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$

Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce neohroží funkci stavební konstrukce.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

PLOCHÁ STŘECHA:

Vypočtené hodnoty: V konstrukci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0003 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0104 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$

Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce neohroží funkci stavební konstrukce.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Konstrukce	Skladba		Konstrukce	Skladba	
	Název	d [mm]		Název	d [mm]
Obvodové zdivo	Omítka vápenná	15	Plochá střecha	Omítka vápenná	14
	HELUZ STI 36,5	365		Strop z vložek HELUZ MIAKO	250
	Stomix AlfaFIX	10		Polystyrenbeton z IZO-BALLU	100
	Tepelná izolace ISOVER GREYWALL 032	200		Vedag Vedagard SK-PLUS	2,4
	Stomix BetaDEKOR SID	2,5		Tepelná izolace ISOVER T	300
				Tepelná izolace ISOVER S	100
				Vedag Vedatop SU	3
				Vedag Euroflex	5,2

Tabulka č. 16 - Skladby obvodového pláště a ploché střechy

5.1.3 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Šíření tepla větráním hodnotí norma ČSN 730540-2 prostřednictvím tří veličin:

- součinitele spárové průvzdušnosti i_{LV}
- celkovou intenzitou výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa pro hodnocení celkové průvzdušnosti obálky budovy
- intenzitou výměny vzduchu v místnostech n pro hodnocení celkové výměny vzduchu v místnostech

Součinitel spárové průvzdušnosti funkčních spár výplní otvorů i_{LV} [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,97})$]

- musí splňovat podmínku:

$$i_{LV} \leq i_{LV,N}$$

Funkční spára ve výplni otvoru		Požadovaná hodnota součinitele spárové průvzdušnosti $i_{LV,N}$ [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,97})$]	
		Budova s větráním přirozeným nebo kombinovaným	Budova s větráním pouze nuceným nebo s klimatizací
Vstupní dveře do zádveří budovy při celkové výšce nadzemní části budovy do 8 m včetně		$1,60 \cdot 10^{-4}$	$0,87 \cdot 10^{-4}$
Ostatní vstupní dveře do budovy Dveře oddělující ucelené části budovy		$0,87 \cdot 10^{-4}$	$0,30 \cdot 10^{-4}$
Ostatní vnější výplně otvorů při celkové výšce nadzemní části budovy	– do 8 m včetně	$0,87 \cdot 10^{-4}$	$0,10 \cdot 10^{-4}$
	– nad 8 m, do 20 m včetně	$0,60 \cdot 10^{-4}$	
	– nad 20 m, do 30 m včetně	$0,30 \cdot 10^{-4}$	
	– nad 30 m včetně	$0,10 \cdot 10^{-4}$	
Lehký obvodový plášť včetně oken a dveří		$0,05 \cdot 10^{-4}$	$0,05 \cdot 10^{-4}$

kde $i_{LV,N}$ je požadovaná hodnota která se stanoví z tabulky č. 5 normy ČSN 730540-2

Tabulka č. 17 - Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti $i_{LV,N}$

Splnění tohoto požadavku je zajištěno použitím oken a dveří s vyhovující hodnotou i_{LV} . Firma Slavona od které jsou okna navržena tuto hodnotu neuvádí. V prospektech je však psáno, že jsou vhodná pro pasivní domy a doporučuje je i centrum pasivního domu Brno.

Celková průvzdušnost obálky budovy

Tento požadavek vede k vědomému odstraňování netěsností obálky budovy a tím k odstranění tepelně nejnáročnějších anomálií v tepelných ztrátách vznikajících prouděním vzduchu netěsnostmi obálky budovy. Celková průvzdušnost obálky budovy se může ověřit pomocí celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h^{-1} .

Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} < n_{50,N}$$

kde $n_{50,N}$ je doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h^{-1} , která se stanoví podle tabulky 6 normy ČSN 73 0540-2.

Větrání v budově	$n_{50,N} [\text{h}^{-1}]$
Přirozené nebo kombinované	4,5
Nucené	1,5
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy – viz A.5.10)	0,6

Tabulka č. 18 - Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$

Celkovou průvzdušnost obálky budovy nelze spolehlivě určit během návrhu budovy. Splnění doporučených hodnot n_{50} může být prokázáno pouze na základě výsledků měření budovy, doporučuje se měření metodou tlakového spádu. Měření se provádí pomocí zařízení nazývaného Blower-Door.



Obrázek č. 14 - Měřicí zařízení Blower-Door

Výměna vzduchu v místnostech - intenzita výměny vzduchu v užívané místnosti $n [\text{h}^{-1}]$

V době, kdy místnost je užívána, se požaduje intenzita výměny vzduchu v místnosti n , v h^{-1} , taková, aby splňovala při zimních návrhových podmínkách:

$$n_N < n < 1,5n_N$$

kde n_N je požadovaná intenzita výměny vzduchu v užívané místnosti, v h^{-1} , přepočítaná z minimálních množství potřebného čerstvého vzduchu stanovených ve zvláštních předpisech.

Splnění požadavku je zajištěno návrhem nuceného větrání.

5.1.4 Tepelná stabilita místnosti v letním období

Schopnost budovy, kterou se hodnotí způsobilost stavební části budovy spolu s vhodným větráním vzdorovat přehřívání v letním období bez působení klimatizační soustavy. Splní li kritická místnost požadavek, bude zajištěno, že v uvažovaných návrhových podmínkách letního období se udrží teplota vnitřního vzduchu v přípustných mezích. Kritickou místností je místnost s největší plochou přímo osluněných výplní otvorů orientovaných na Z, JZ, J, JV, V a to v poměru k podlahové ploše přilehlého prostoru.

Požadavek na nejvyšší denní teplotu v místnosti v letním období je dosud vyjádřen dvěma odlišnými způsoby. Hodnotit lze buď tradiční nejvyšší denní vzestup teploty vnitřního vzduchu, nebo nově nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti.

Kritická místnost musí vykazovat:

a) buď nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti v letním období $\Delta\theta_{ai,max}$, ve °C, podle vztahu:

$$\Delta q_{ai,max} \leq \Delta q_{ai,max,N}$$

kde $\Delta\theta_{ai,max,N}$ je požadovaná hodnota nejvyššího denního vzestupu teploty vzduchu v místnosti v letním období, ve °C, který se stanoví podle tabulky 8 normy ČSN 730540-2

b) nebo nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$, ve °C, podle vztahu:

$$q_{ai,max} \leq q_{ai,max,N}$$

kde $\theta_{ai,max,N}$ je požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období, ve °C, který se stanoví podle tabulky 8 normy ČSN 73 0540-2.

Druh budovy	Nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti v letním období $\Delta\theta_{ai,max,N}$ [°C]	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní	5,0	27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla	– do 25 W/m ³ včetně	7,5
	– nad 25 W/m ³	9,5
		29,5
		31,5

Tabulka č. 19 - Požadované hodnoty $\Delta\theta_{ai,max}$ a $\theta_{ai,max}$ místnosti v letním období

U navrhovaného pasivního domu jsou kritické místnosti obývací pokoj+kuchyně a ložnice na požadavek na nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti v letním období $\Delta\theta_{ai,max}$. Obývací pokoj+kuchyně je největší pokoj v domě, podlahová plocha je 45,14 m, plocha oken je 14,85m a pokoj se situován z větší části na jihozápad. Ložnice je situována v 2.NP nad obývacím pokojem s kuchyní a stěny má orientované na jihozápad a jihovýchod. Podlahová plocha ložnice je 22,19 m a plocha oken je 5,36 m. Místnosti byly posuzovány programem STABILITA 2008, protokoly výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 8.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 73 0540-2 (2007) A VYHLÁŠKY MPO č. 148/2007 Sb.

OBÝVACÍ POKOJ+KUCHYŇ

- v případě, kdy jsou okna a francouzské dveře bez jakékoliv úpravy proti slunečnímu záření, požadavek na nejvyšší denní vzestup teploty vnitřního vzduchu **NENÍ SPLNĚN**

požadavek: $\Delta\theta_{ai,max,N} = 5,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

vypočtená hodnota: $\Delta\theta_{ai,max} = 12,77\text{ }^{\circ}\text{C}$

$Dq_{ai,max} > Dq_{ai,max,N}...$ **POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN**

- po doplnění oken vnějšími žaluziemi světlými a francouzského okna žaluziemi vnitřními světlými je požadavek na nejvyšší denní vzestup teploty vnitřního vzduchu **SPLNĚN**

požadavek: $\Delta\theta_{ai,max,N} = 5,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

vypočtená hodnota: $\Delta\theta_{ai,max} = 4,24\text{ }^{\circ}\text{C}$

$Dq_{ai,max} > Dq_{ai,max,N}...$ **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

LOŽNICE

- v případě, kdy jsou okna bez jakékoliv úpravy proti slunečnímu záření, požadavek na nejvyšší denní vzestup teploty vnitřního vzduchu **NENÍ SPLNĚN**

požadavek: $\Delta\theta_{ai,max,N} = 5,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

vypočtená hodnota: $\Delta\theta_{ai,max} = 5,77\text{ }^{\circ}\text{C}$

$Dq_{ai,max} > Dq_{ai,max,N}...$ **POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN**

- po doplnění oken vnějšími žaluziemi světlými je požadavek na nejvyšší denní vzestup teploty vnitřního vzduchu **SPLNĚN**

požadavek: $\Delta\theta_{ai,max,N} = 5,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

vypočtená hodnota: $\Delta\theta_{ai,max} = 0,94\text{ }^{\circ}\text{C}$

$Dq_{ai,max} > Dq_{ai,max,N}...$ **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

5.1.5 Tepelná stabilita místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v zimním období se hodnotí vychladnutím hodnocené kritické místnosti na konci topné přestávky. Vychladnutí se vyjadřuje pomocí poklesu výsledné teploty v místnosti. Splní-li kritická místnost požadavky, bude zajištěno, že se v uvažovaných návrhových podmínkách udrží navrhovaná vnitřní teplota nad minimální úrovní.

Kritická místnost musí na konci doby chladnutí t vykazovat pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_v(t)$ ve $^{\circ}\text{C}$, podle vztahu:

$$\Delta q_v(t) \leq \Delta q_{v,N}(t)$$

kde $\Delta\theta_{v,N}(t)$ je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období, ve $^{\circ}\text{C}$, stanovená z tabulky 7 normy ČSN 73 0540-2 článek 8.1.1.

Druh místnosti (prostoru)	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N}(t)$ [$^{\circ}\text{C}$]
S pobytem lidí po přerušení vytápění	
– při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně;	3
– při vytápění kamny a podlahovém vytápění;	4
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění	
– při přerušení vytápění topnou přestávkou	
– budova masivní	6
– budova lehká	8
– při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{v,min}$	$\theta_i - \theta_{v,min}$
– při skladování potravin	$\theta_i - 8$
– při nebezpečí zamrznutí vody	$\theta_i - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody)	$\theta_i - 1$

Tabulka č. 20 - Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v letním období

$$\Delta\theta_{v,N}(t)$$

U navrhovaného pasivního domu je kritickou místností pokoj 1, který je ve 2.NP, tedy pod střechou a jeho vnější obvodové stěny jsou orientovány na severovýchod a severozápad. Místnost byla posuzována programem STABILITA 2008, protokoly výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 8.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 73 0540-2 (2007) A VYHLÁŠKY MPO č. 148/2007 Sb.

Požadavek: $\Delta\theta_{v,N}(t) = 3,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Výsledky výpočtu:

$$\begin{aligned}\Delta\theta_v(2,00) &= 0,74 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(4,00) &= 0,99 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(6,00) &= 1,22 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(8,00) &= 1,43 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(10,00) &= 1,65 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(12,00) &= 1,86 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(14,00) &= 2,07 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(16,00) &= 2,29 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(18,00) &= 2,50 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(20,00) &= 2,71 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(22,00) &= 2,91 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta_v(24,00) &= 3,12 \text{ }^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

$D_{q_v}(22,00) < D_{q_v,N}...$ **POŽADAVEK JE SPLNĚN** pro maximální délku otopné přestávky 22,00 h.

Při delší otopné přestávce **NEBUDE POŽADAVEK SPLNĚN**.

5.1.6 Prostup tepla obálkou budovy

Požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla vyjadřují vliv samotného stavebního řešení na úsporu energie na vytápění - nezohledňují žádné nejisté faktory, jako je chování uživatelů či vliv klimatických podmínek. Hodnocená budova musí mít průměrný součinitel prostupu tepla takový, aby splňoval podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N} \quad [W/(m^2.K)]$$

kde U_{em} je průměrný součinitel prostupu tepla budovy. Požadovaná maximální hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy $U_{em,N}$ se stanovuje v závislosti na typu objektu a na převažující vnitřní návrhové teplotě:

- pro všechny obytné budovy ze vztahu

$$U_{em,N} = 0,30 + \frac{0,15}{A/V} \quad [W/(m^2.K)]$$

kde A je celková plocha konstrukcí ohraničujících vytápěný objem budovy v m^2 a V je vytápěný objem budovy v m^3 .

$$U_{em} = \frac{H_T}{A} \quad [W/(m^2.K)]$$

kde H_T je měrná ztráta prostupem tepla, stanovená ze součinitelů prostupu tepla U_j všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch A_j , odpovídajících teplotních redukčních činitelů b_j a lineárních činitelů prostupu tepla Ψ_j včetně jejich délky,

Posuzování programem ZTRÁTY 2008, protokoly výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 9.

Ochlazovaná konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
	A_j [m ²]	U_j [W/(m ² .K)]	b_j [-]	$H_{Tj}=A_j*U_j*b_j$ [W/K]
Obvodová stěna	271,1	0,12	1	32,5
Okno	35,7	0,69	1,15	28,3
Dveře	5,9	0,69	1,15	4,7
Plochá střecha	126,8	0,1	1	12,7
Podlaha	126,8	0,11	0,49	6,8
Tepelné mosty				0,1
Celkem	566,3			85,2

Tabulka č. 21 - Charakteristiky energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	85,0
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$	W/(m ² .K)	0,15
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² .K)	0,37
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² .K)	0,49
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m ² .K)	1,09

Tabulka č. 22 - Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Vyhodnocení projektového návrhu dle normy ČSN 73 0540-2:

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Požadavek: max. průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N} = 0,49$ W/m²K

Výsledky výpočtu: průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,15$ W/m²K

$U_{em} < U_{em,N}$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN**

Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třída: B

Slovní popis: úspěšná

Klasifikační ukazatel CI: 0,306



Obrázek č. 15 - Tepelné ztráty objektu

Energetický štítek obálky budovy příloha č. 9.

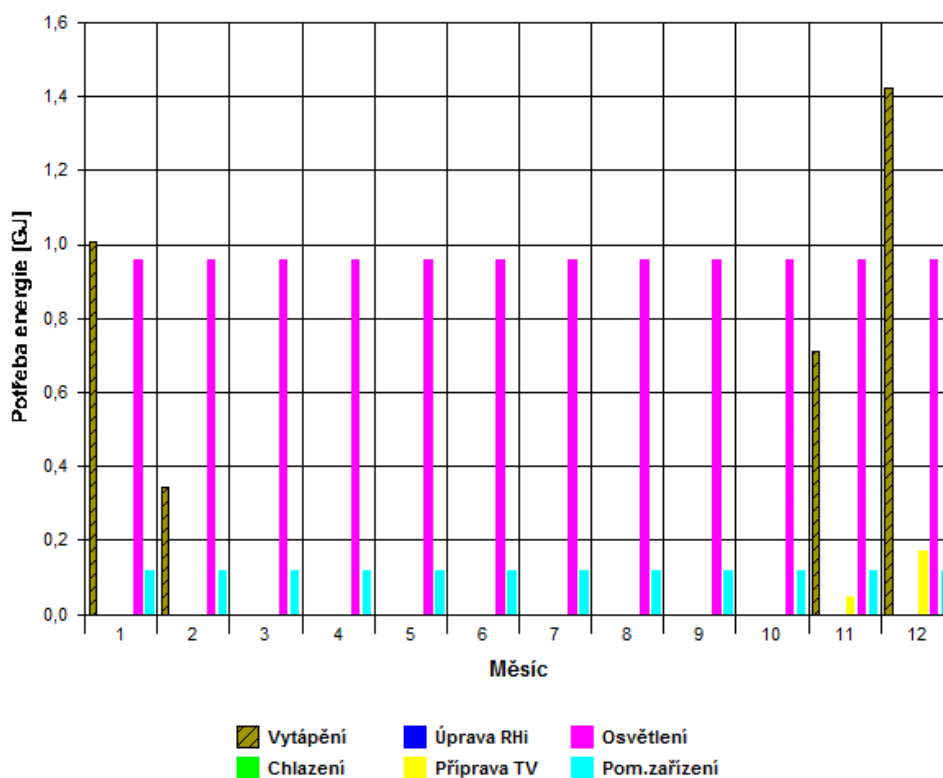
5.2 Stanovení energetické náročnosti stavby

5.2.1 TNI 73 0329

Stanovení celkové energetické spotřeby stavby bylo provedeno použitím programu ENERGIE 2009. Typ výpočtu měsíční pro hodnocení nízkoenergetických rodinných domů podle TNI 73 0329. Tato technická normalizační informace stanovuje jednotný postup hodnocení rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností. Stanovuje soubor okrajových podmínek výpočtů, způsob užití budovy v referenčním hodnocení pro jednotné započítání vnitřních tepelných zisků a výměny vzduchu a předepisuje jednotný postup při uvažování pasivních solárních zisků v budově, účinnost přeměny energie v technických zařízeních a přepočet na hodnoty primární energie. Protokoly výpočtů a průkaz energetické náročnosti jsou uvedeny v příloze č. 10.

Zadávané hodnoty	
Celkový obestavěný objem zóny	709,91 m ³
Objem vzduchu v zóně tvoří z celkového objemu vzduchu	80%
Celková podlahová plocha zóny	253,54 m ²
Předpokládaný počet osob	4
Potřeba pomocné el.energie na provoz zóny	400 kWh/rok
Zdroj tepla - tepelné čerpadlo	LWA
Příprava teplé vody - solár- účinnost	78,9%
Energonositel - elektřina	100%

Tabulka č. 23 - Zadávané hodnoty TNI 73 0329



Obrázek č. 16 - Měsíční potřeby energie dodávané do budovy dle TNI 73 0329

Číslo požadavku	Jev, veličina	Označení	Jednotka	Požadavek	Projektový návrh	Stav požadavku
Prostup tepla						
1a	Součinitel prostupu tepla všech jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	U	$W/m^2.K$	Splnění požadavků na doporučené hodnoty dle ČSN 730540-2	Viz. Kapitola 5.1.1 d	SPLNĚN
1b	Střední hodnota součinitele prostupu tepla	U_{em}	$W/m^2.K$	$U_{em} < 0,22$	$U_{em} = 0,14$	SPLNĚN
Kvalita vzduchu a tepelná ztráta výměnou vzduchu						
2	Přívod čerstvého vzduchu do všech obytných místností	-	-	Zajištěn	-	SPLNĚN
3	Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu	η	%	$\eta > 75$	TČ využívá odpadní vzduch	SPLNĚN
4	Neprůvzdušnost obálky budovy A.ve fázi přípravy stavby	n_{50}	1/h	$n_{50} = 0,6$	Projektový předpoklad	SPLNĚN
	B.po dokončení stavby	n_{50}	1/h	$n_{50} = 0,6$	Měření metodou tlakového spádu	-
Zajištění pohody prostředí v letním období						
5	Nejvyšší teplota vzduchu v obytné místnosti	θ_i	$^{\circ}C$	< 27	$\theta_i = 24,2$	SPLNĚN
Potřeba tepla na vytápění						
6	Měrná potřeba tepla na vytápění	E_A	$kWh/(m^2.a)$	< 15	$E_A = 10$	SPLNĚN
Potřeba primární energie						
7	Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy	PE_A	$kWh/(m^2.a)$	< 60	$PE_A = 18,3$	SPLNĚN

Tabulka č. 24 - Technické a energetické požadavky pro dosažení pasivního standardu

Podle měrné potřeby tepla na vytápění spadá projektový návrh do třídy 12.5.2.2 Vyhláška 148/2007 Sb.

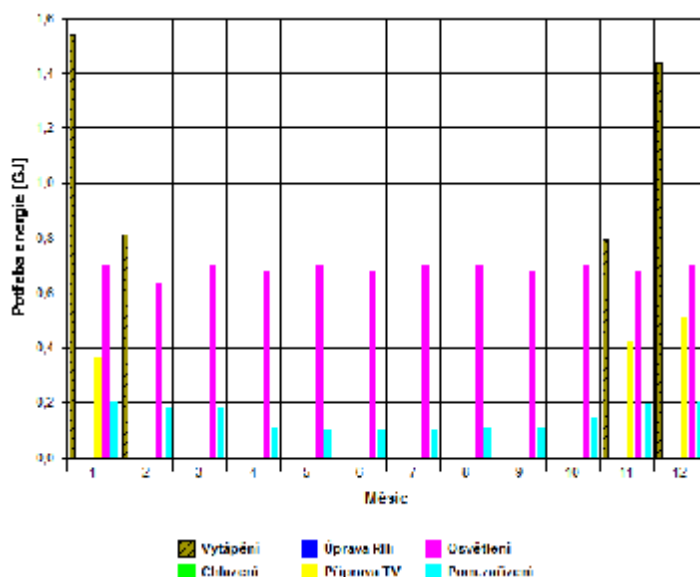
Stanovení celkové energetické spotřeby stavby bylo provedeno použitím programu ENERGIE 2009. Typ výpočtu měsíční pro komplexní hodnocení energetické náročnosti budov podle vyhlášek MPO ČR a MVRR SR.

Energetická náročnost budovy se stanovuje výpočtem celkové roční dodané energie v GJ potřebné na vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení při jejím standardizovaném užívání bilančním hodnocením. Bilanční hodnocení se provádí intervalovou výpočtovou metodou nejlépe pro měsíční období. Pro vzájemné porovnání energetické náročnosti budov stejného typu se stanovuje měrná roční spotřeba energie budovy, vyjádřená poměrem celkové roční dodané energie na jednotku celkové podlahové plochy budovy v kWh/m². Protokoly výpočtů a průkaz energetické náročnosti jsou uvedeny v příloze č. 11.

Zadávané hodnoty	
Celkový obestavěný objem zóny	709,91 m ³
Objem vzduchu v zóně tvoří z celkového objemu vzduchu	80%
Celková podlahová plocha zóny	253,54 m ²
Měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	3,8 kWh/m ² .rok
Příkon ventilátorů	40 W
Průměrná roční potřeba teplé vody v zóně	59,9 m ³ /rok
Zdroj tepla - tepelné čerpadlo	LWA
Příprava teplé vody - solár- účinnost	78,9%
Energonositel - elektřina	100%

Tabulka č. 25 - Zadávané hodnoty vyhlášky 148/2007

Sb.



Obrázek č. 17 - Měsíční potřeby energie dodávané do budovy dle vyhlášky

148/2007 Sb.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO
č. 148/2007 Sb.**

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla (§4, odst.1, bod a7)

Požadavek:

max. průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{em} < U_{em,N}$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Požadavek na energetickou náročnost budovy (§3, odst.1)

Požadavek:

max. měrná spotřeba energie $EP_{A,req}: 142 \text{ kWh/m}^2.a$

Výsledky výpočtu:

měrná spotřeba energie $EP_A: 17 \text{ kWh/m}^2.a$

$EP_A < EP_{A,req}$... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Třída energetické náročnosti budovy: **A (mimořádně úsporná)**

6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navržení novostavby energeticky pasivního rodinného domu. Při řešení stavební část byl kladen největší požadavek na eliminaci tepelných mostů v konstrukcích. Úkolem bylo splnění porovnávacích ukazatelů dle vyhlášky 148/2007 Sb. a stanovení celkové energetické spotřeby stavby. Součástí bylo i navržení zařízení pro vytápění s použitím alternativního zdroje, návrh nuceného větrání s využitím odpadního vzduchu a okruh teplé vody se solární podporou. Jako zdroj byl použit centrální větrací přístroj, který je schopen zásobovat topný okruh, tak i okruh teplé vody dostatkem vody. Odpadní vzduch byl použit jako zdroj pro tepelné čerpadlo, které je součástí centrálního větracího přístroje. Přísun čerstvého vzduchu do místností je zajištěn přísávacími ventily.

Navržená novostavba splnila všechny požadavky a lze ji považovat za energeticky pasivní dům. Podle TNI 73 0329 ji lze řadit do třídy 12 a podle vyhlášky 148/2007 Sb. navrhovaná stavba spadá do třídy energetické náročnosti A - mimořádně úsporná.

Seznam literatury

Tištěná monografická publikace:

- [1] ŠÁLA, Jiří a kolektiv. *Tepelná ochrana budov* : ČKAIT Praha, 2008. 290 s.
ISBN 978 – 80 – 87093 – 30 - 6
- [2] VRÁNA, Jakub a kolektiv. *Technická zařízení budov v praxi* : GRADA Praha, 2007.
331 s. ISBN 978 – 80 – 247 – 1588 - 9

Zákon a norma:

- [3] Vyhláška č. 148/2007 Sb. *O energetické náročnosti budov*.
- [4] ČSN 73 0540. *Tepelná ochrana budov - část 2: Požadavky*
- [5] TNI 73 0329. *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy*
- [6] ČSN 75 5455. *Výpočet vnitřního vodovodu*
- [7] ČSN 06 0320. *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*
- [8] ČSN 06 0820. *Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení*

www stránky:

- [9] www.enroll.cz
- [10] www.foamglas.cz
- [11] www.geberit.cz
- [12] www.heluz.cz
- [13] www.isover.cz
- [14] www.korado.cz
- [15] www.mirelon.com
- [16] www.slavona.cz
- [17] www.stiebel-eltron.cz
- [18] www.stomix.cz
- [19] www.vedag.cz

[20] www.viessmann.cz

Další:

[21] Podklady od firmy ENROLL CZ

[22] Podklady od firmy FOAMGLAS

[23] Podklady od firmy GEBERIT

[24] Podklady od firmy HELUZ

[25] Podklady od firmy ISOVER

[26] Podklady od firmy KORADO

[27] Podklady od firmy MIRELON

[28] Podklady od firmy SLAVONA

[29] Podklady od firmy STIEBEL ELTRON

[30] Podklady od firmy STOMIX

[31] Podklady od firmy VEDAG

[32] Podklady od firmy VIESSMANN

[33] Podklady k Svoboda softwaru

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1 - Pole teplot - kout obývacím pokoji

Obrázek č. 2 - Pole teplot - styk stěna a podlaha na zemině

Obrázek č. 3 - Pole teplot - styk stěna a plochá střecha

Obrázek č. 4 - Pole teplot - ostění

Obrázek č. 5 - Pole teplot - nadpraží

Obrázek č. 6 - Pole teplot - parapet

Obrázek č. 7 - Tepelné toky - kout v obývacím pokoji

Obrázek č. 8 - Tepelné toky - styk stěny a ploché střechy

Obrázek č. 9 - Tepelné toky - styk stěna a podlaha na zemině

Obrázek č. 10 - Tepelné toky - podlaha na zemině

Obrázek č. 11 - Tepelné toky - ostění

Obrázek č. 12 - Tepelné toky - nadpraží

Obrázek č. 13 - Tepelné toky - parapet

Obrázek č. 14 - Měřicí zařízení Blower-Door

Obrázek č. 15 - Tepelné ztráty objektu

Obrázek č. 16 - Měsíční potřeby energie dodávané do budovy dle TNI 73 0329

Obrázek č. 17 - Měsíční potřeby energie dodávané do budovy dle vyhlášky 148/2007 Sb.

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1 - Tepelné ztráty místností

Tabulka č. 2 - Otopná tělesa

Tabulka č. 3 - Vzduchové výkony

Tabulka č. 4 - Tloušťka izolace

Tabulka č. 5 - Jmenovité výtoky

Tabulka č. 6 – Požadované hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i=50\%$

Tabulka č. 7 – Výsledky posuzování konstrukce na požadavky na teplotní faktor

Tabulka č. 8 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N

Tabulka č. 9 – Hodnoty U_N pro NED, PD a vypočtené hodnoty

Tabulka č. 10 - Skladby

Tabulka č. 11 - Požadovaný lineární činitel prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ podle ČSN 73 0540-2

Tabulka č. 12 - Výsledky posuzování lineárního činitele prostupu tepla

Tabulka č. 13 - Požadované hodnoty poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$

Tabulka č. 14 - Skladby podlah

Tabulka č. 15 - Výsledky posuzování požadavku na pokles dotykové teploty

Tabulka č. 16 - Skladby obvodového pláště a ploché střechy

Tabulka č. 17 - Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti $i_{LV,N}$

Tabulka č. 18 - Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$

Tabulka č. 19 - Požadované hodnoty $\Delta\theta_{ai,max}$ a $\theta_{ai,max}$ místnosti v letním období

Tabulka č. 20 - Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v letním období $\Delta\theta_{v,N}(t)$

Tabulka č. 21 - Charakteristiky energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Tabulka č. 22 - Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Tabulka č. 23 - Zadávané hodnoty TNI 73 0329

Tabulka č. 24 - Technické a energetické požadavky pro dosažení pasivního standardu

Tabulka č. 25 - Zadávané hodnoty vyhlášky 148/2007 Sb.

Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Schodiště

Příloha č. 2 - Výpočty a schémata k návrhu zařízení pro vytápění staveb

Příloha č. 3 - Výpočty a schémata k návrhu zařízení vzduchotechniky

Příloha č. 4 - Výpočty a schémata k návrhu zdravotně technických instalací

Příloha č. 5 - Protokoly výpočtů - Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Příloha č. 6 - Protokoly výpočtů - Součinitel prostupu tepla, pokles dotykové teploty a šíření vlhkosti konstrukcí

Příloha č. 7 - Protokoly výpočtů - Lineární činitel prostupu tepla

Příloha č. 8 - Protokoly výpočtů - Tepelná stabilita místnosti v letním a zimním období

Příloha č. 9 - Protokoly výpočtů - Prostup tepla obálkou budovy

Příloha č. 10 - Protokoly výpočtů - Stanovení celkové energetické spotřeby budovy dle TNI
73 0329

Příloha č. 11 - Protokoly výpočtů - Stanovení celkové energetické spotřeby budovy dle
vyhlášky 148/2007 Sb.

Příloha č. 12 - Vizualizace

Seznam výkresů:

Výkres číslo:	Název výkresu:	Měřítko:
01	Koordinační situace	1:200
02	Základy	1:50
03	Půdorys 1.NP	1:50
04	Půdorys 2.NP	1:50
05	Půdorys střechy	1:50
06	Řezy	1:50
07	Výkres skladby	1:50
08	Pohledy	1:50
09	Skladby podlah	1:20
10	Zařízení pro vytápění - Půdorys 1.NP	1:50
11	Zařízení pro vytápění - Půdorys 2.NP	1:50
12	Zařízení pro vytápění - Schéma zapojení otopných těles	1:50
13	Zařízení vzduchotechniky - Půdorys 1.NP	1:50
14	Zařízení vzduchotechniky - Půdorys 2.NP	1:50
15	Zdravotně technické instalace - Půdorys 1.NP	1:50
16	Zdravotně technické instalace - Půdorys 2.NP	1:50
17	Zdravotně technické instalace - Izometrie	1:50
18	Řez a půdorys schodišťového prostoru	1:50
Příloha	Výpis tesařských, zámečnických a klempířských výrobků	1:50